Lundström, Axel N.

Pflanzenbiologische studien.

I and II. 1884-1887.



PFLANZENBIOLOGISCHE STUDIEN

VON

AXEL N. LUNDSTRÖM

DOCENTEN DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT UPSALA

I

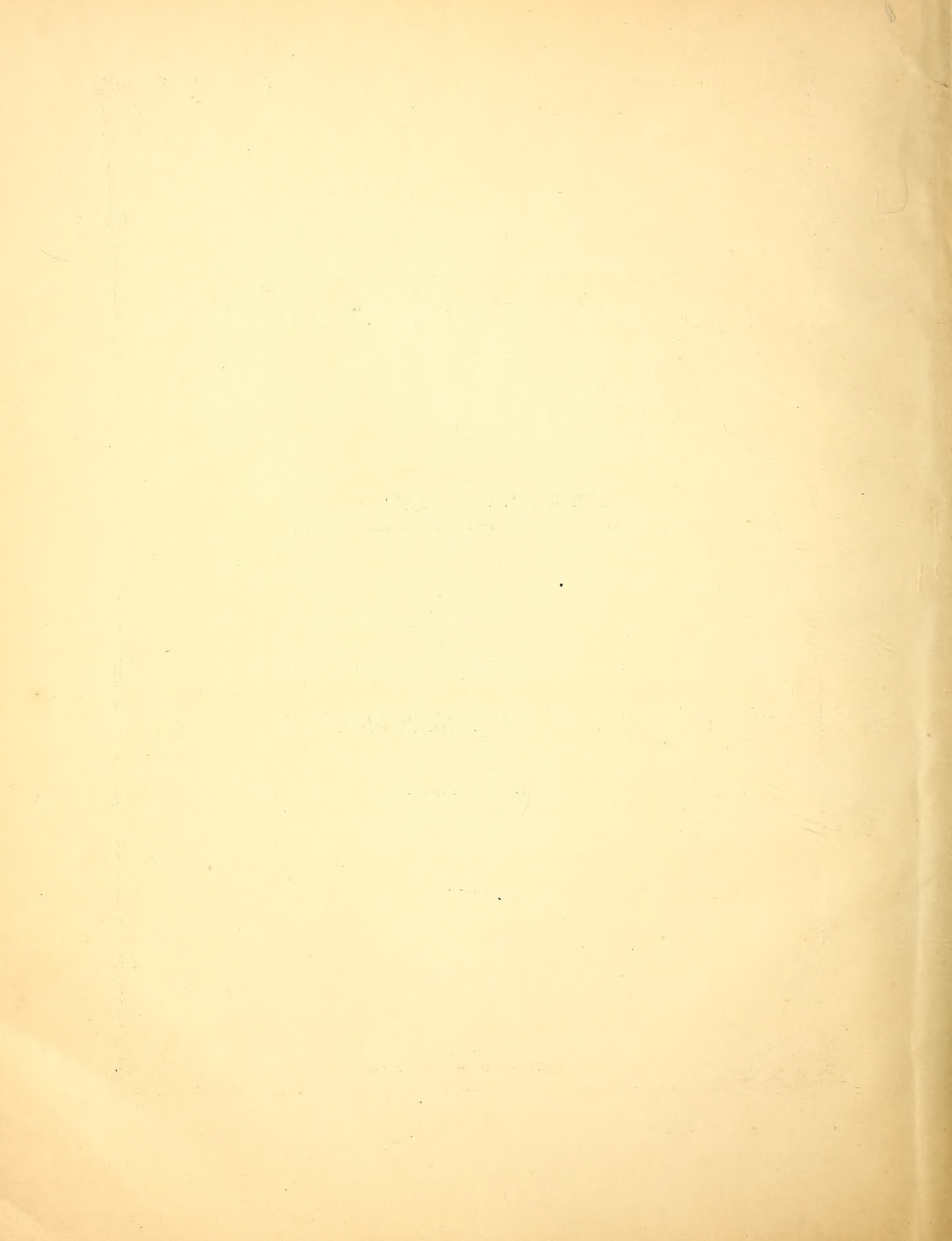
DIE ANPASSUNGEN DER PFLANZEN AN REGEN UND THAU.

MIT VIER TAFELN.



UPSALA

LUNDEQUIST'sche BUCHHANDLUNG.



PFLANZENBIOLOGISCHE STUDIEN

VON

AXEL N. LUNDSTRÖM
DOCENTEN DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT UPSALA

I

DIE ANPASSUNGEN DER PFLANZEN AN REGEN UND THAU.

MIT VIER TAFELN.

(Der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala mitgetheilt am 7 Februar 1883).

UPSALA 1884,
DRUCK DER AKADEMISCHEN BUCHDRUCKEREI,
EDV. BERLING.



INHALTSÜBERSICHT.

Die Anpassung verschiedener Pflanzentheile an solche äussere Verhältnisse, die das Leben der Pflanze beeinflussen können, kann durch zahlreiche Beispiele erwiesen werden, und die Formen mancher Pflanzentheile können nur in Zusammenhang mit solchen ausserhalb der Pflanze liegenden Umständen erklärt werden. Wir kennen z. B. wie die Formen der entomophilen Blüthen den Besuchen der Insecten angepasst sind, die der fleischfressenden dem Thierfang, die Stellung ausgebreiteter Blattspreiten der Aufnahme von Licht, Stacheln und Dornen dem Schutze, Frucht- und Samentheile verschiedenartiger Verbreitung, Ranken dem Klettern, u. s. w.

Indessen findet sich, besonders bei den höheren Pflanzen, eine Menge von Anordnungen, die man nicht erklären kann als irgend einem jener ebengenannten äusseren Umstände oder anderen bisher beachteten angepasst. Solche bisher unerklärte Gebilde sind z. B. locale Haarbekleidungen, Einsenkungen in Gestalt von Rinnen oder Gruben, eine Menge von Laubblättern und Nebenblättchen, die gegenseitige Stellung mehrerer Pflanzentheile, um von einer grossen Zahl von Haargebilden, Secretionen u. s. w. nicht zu sprechen. Dass indessen diese Formen und Anordnungen irgend eine besondere Bedeutung haben, und nicht allein Producte sind einer launenhaft erzeugenden Natur, kann ja mit Gewissheit angenommen werden. Ein Versuch verschiedene hierher gehörende Erscheinungen zu erklären, ist die Aufgabe der Aufsätze welche hier folgen sollen unter dem gemeinsamen Titel »Pflanzenbiologische Studien».

Die Beobachtungen, die diesen Aufsätzen zu Grunde liegen, sind während der letzten vier Jahre ausgeführt worden, theils an der botanischen Institution in Upsala, deren alle Hülfsmittel durch das freund-

liche Entgegenkommen von Prof. TH. M. FRIES mir zu Gebote standen, theils an verschiedenen Orten in Schweden, besonders in Jemtland, wo ich im Sommer 1882 als Sederholmscher Stipendiat Gelegenheit hatte die meisten der Beobachtungen zu machen, auf denen der erste Aufsatz sich gründet. In diesem werde ich »die Anpassungen der Pflanzen an den Regen und den Thau» behandeln, indem ich zuerst eine kleinere Zahl verschiedener Typen von regenauffangenden Pflanzen ausführlicher beschreibe, dann eine kurzgefasste Darstellung liefere von verschiedenen anderen Pflanzen, die mit jenen mehr oder weniger vergleichbare Anordnungen besitzen, und endlich einige Worte beifüge über die Wasseraufnahme durch die oberirdischen Pflanzentheile und über die Bedeutung des aufgefangenen Wassers für die Pflanze, nebst einigen allgemeinen Betrachtungen.

DIE ANPASSUNGEN DER PFLANZEN AN DEN REGEN UND DEN THAU.

I

REGENAUFFANGENDE PFLANZEN.

Stellaria media. Curill. Pl. I. Fig. 1—5.

Die Internodien dieser Pflanze haben bekanntlich am öftesten einen Haarrand längs der einen Seite. Jeder Haarrand verbindet eine Blattachsel mit dem nächsten oberen Zwischenraume der opponirten Blätter (Fig. 1, Internodien c und d). Diese Haarränder werden von Wasser leicht genetzt, was bei den übrigen Epidermiszellen des Internodiums nicht der Fall ist, und von einem herabfallenden Regentropfen hält der Haarrand einen nicht unbedeutenden Theil fest. Die Ränder der Spreite sind gegen die Blattspitze und an den Seiten etwas aufgebogen, so dass das Blatt mehr oder weniger schalenförmig wird (Fig. 2, das untere Blattpaar). Der Stiel ist etwas abgeflacht, rinnenförmig, gewimpert und unten breiter. Dieser Stiel wird auch genetzt von dem Regen der ihn trifft oder ihm zugeführt wird von der Spreite, an welcher auch die eingesenkten Nerven genetzt werden. Nach einem Regen findet man auch immer Wasser in den Blattachseln angesammelt, wo es festgehalten wird durch Adhesion an der Oberseite des Stieles und durch die am Rande sitzenden weichen Haare, welche sich der Ober-

fläche des Tropfens anschmiegen und ihn somit noch weiter befestigen. Je grösser die Wassermasse ist, um so mehr werden die Haare ausgesperrt; je kleiner sie hingegen ist, desto näher liegen sie dem Stiele an. Die angeschwollenen Knoten, ebenso wie der Haarrand am Stengel, werden auch von Wasser genetzt, wodurch eine noch grössere Wassermenge kann festgehalten werden. Wenn sich auch in der entgegenstehenden Blattachsel Wasser sammelt, vereinigen sich die beiden Wassermassen bald, und der Knoten wird von Wasser umschlossen. Wird diese Wassermenge so gross, dass sie wegen ihrer Schwere nicht länger festgehalten werden kann, so drängt sich das Wasser allmählich zwischen die Blätter hervor, und es geht dann natürlich leichter an der Seite herab wo der Haarrand sich befindet, weil dieser leicht genetzt wird, ja sogar wie ein Docht das Wasser weiter hinunterleitet. So läuft nun das Wasser von der einen Blattachsel nach der anderen, und es bedarf keines sehr langen Regens, bis man jeden Haarrand von Wasser erfüllt findet und durchsichtig wie eine erhöhte Glaskante. Ein Blick auf ein solches Internodium genügt um uns zu überzeugen, dass wir hier eine Anordnung haben zum Festhalten des Regenwassers. Die trockenen Haarränder, die früher Regenwasser geleitet, haben ihre Haare bogenförmig herabgebogen, was beweist, dass eine Wasserströmung nach unten zu Statt gefunden hat.

Indessen alle Internodien sind nicht einseitig behaart. Dem hypocotylen Stammtheile fehlen die Haare gänzlich, ebenso wie dem ersten Internodium, ja meistens sogar dem zweiten. Das dritte ist dagegen nie kahl, meiner Erfahrung nach, aber möglich ist es zwar, dass Varietäten mit mehr als zwei kahlen Internodien vorkommen. Diese kahlen Internodien legen sich bald wagrecht an den Boden, und unmittelbar über ihnen wird die Hauptaxe höchst selten blüthentragend. Dagegen kommen zweiseitig behaarte Internodien öfters vor. Exemplare mit solchen Internodien habe ich in grosser Menge an Bjelkens Grube auf Åreskutan in Jemtland gefunden. Sie wuchsen aufrecht zu dichten üppigen Gruppen vereint. Der Stengel ist bekanntlich sonst gewöhnlich niederliegend; die Individuen aber, die dicht an einander oder anderen Pflanzen wachsen, an welche sie sich stützen können und zwischen denen sie sich Licht suchen müssen, bekommen aufrechte Zweige. Alleinstehend oder zusammen mit kleineren Pflanzen wachsend, breiten sie ihre Zweige nach allen Seiten aus, und da *Stellaria media* eine besonders reiche Zweigbildung hat, geschieht es, dass jedes grössere Exemplar gleichwie ein kleines Rasenpolster bildet. Besonders an der

Mitte dieser Polster werden neue Zweige gebildet, ja in der Achsel jedes Keimblattes entstehen oft durch Entwickelung accessorischer Knospen mehrere Zweige, von denen der erstentwickelte niederliegend wird, die späteren aber, wegen Mangels an Raum nach den Seiten hin, aufrecht werden, wenigstens eine Zeit lang. An diesen letztgenannten, aus den accessorischen Knospen der Keimblattachsel entwickelten, Zweigen sind gewöhnlich die untersten Internodien zweiseitig haarig. Diese Anordnung ist vorzüglich passend für diese aufrechten Internodien ohne oben sitzende Blüthen, weil an ihnen das Wasser sich mit Leichtigkeit von den Blattachseln aus in die beiden Haarränder verbreiten kann. An allen Seiten haarige Internodien sind auch nicht selten; ich habe solche gefunden an Exemplaren die an trockenem sandigem Boden wuchsen.

Die Blüthen sitzen bekanntlich an ausgezogenen, aufrechten, ebenso einseitig behaarten Stielen, die nach der Bestäubung sich am Knoten nach unten zwischen die Blätter biegen, so dass die Frucht während des Reifens die Stellung einnimmt, die Fig. 1, c zeigt. Eigenthümlich ist es dabei, dass der Blüthenstiel sich niemals nach derselben Seite zu biegt, wo der Haarrand an dem unterliegenden Internodium sich befindet, sondern immer nach der entgegengesetzten kahlen. Der Vortheil dieser Anordnung scheint mir auf folgende Weise erklärt werden zu können. Das Wasser, das sich von der betreffenden Blattachsel nach abwärts verbreitet, wird dadurch nach beiden Seiten vertheilt, sowohl längs dem Haarrande des unterliegenden Internodiums als längs dem des Blüthenstieles (Fig. 1, e). Wenn dagegen der Blüthenstiel sich nach der anderen Seite gebogen hätte, so hätte er freilich selbst auch an dieser Seite ebenso gut Wasser von der überliegenden Blattachsel beziehen können, er würde aber dadurch dass er sich in den Zwischenraum der Blätter eng hineindrückt, dem Wasser *den Weg versperren*, das gerade durch diesen Zwischenraum sich längs dem Haarrande des untersitzenden Internodiums verbreiten sollte. An Exemplaren aus Åreskutan mit aufrechten, zweiseitig behaarten Internodien habe ich einen Umstand beobachtet, der mir diese Erklärung zu bestätigen scheint. Obwohl zweiseitig behaarte Internodien sehr allgemein waren, kamen solche niemals unmittelbar unter einem Blüthenstiele vor [1]). Unterhalb der Blüthenstiele waren alle Internodien kahl an der Seite, nach welcher der Blüthenstiel sich geneigt hatte; die anderen Internodien dagegen waren

1) Bei Upsala habe ich einige Individuen angetroffen, deren Hauptaxe blüthentragend war unmittelbar über einem zweiseitig behaarten Internodium; aber solche Blüthen waren nicht herabgebogen und lieferten keine reifen Samen.

zweiseitig behaart und hatten nach Regen beide Haarränder mit Wasser erfüllt. Da die Blüthenstiele oft fast senkrecht abwärts gerichtet waren, so dass sie eng an der kahlen Seite des untersitzenden Internodiums lagen, mit nach aussen gewendetem Haarrande, schien dieser, zumal da er mit Wasser erfüllt war, den fehlenden Haarrand des untersitzenden Internodiums gleichwie zu ersetzen (Fig. 2). Gerade unter einem herabgebogenen Blüthenstiele wird somit der Haarrand am Internodium *überflüssig* und *fehlt daher da.*

Wenn wir danach die Haarränder und die angrenzenden Epidermisbildungen zum Gegenstand einer näheren Untersuchung machen — siehe weiteres hierüber Fig. 3—5, Pl. I nebst Erklärung — so haben wir uns zuerst die Eigenschaften zu merken welche die Membranen der Haare characterisiren. Bemerkenswerth ist die Leichtigkeit, womit diese Membranen von Wasser benetzt werden und es festhalten. Es scheint dies darauf zu beruhen, dass die Haare selbst, welchen Wachsabsonderung fehlt, fast immer von einem gummi- oder schleim-artigen Stoffe feucht oder klebrig sind; denn werden Haare von Exemplaren, die nicht von Regen nass sind, dem Objectglase entlang sanft geführt, so merkt man unter dem Microscope deutliche Streifen von den Haarspitzen, durch eine abgesonderte wasserklare Flüssigkeit erzeugt, die sich vorzugsweise an der Membran der Endzelle befindet und bei Zusatz von Wasser sich leicht mit diesem vermengt. Das Vorhandensein einer solchen Flüssigkeit wird auch dadurch bezeugt, dass die Haare nach Abdünstung des Regens oft mit einander zusammengeklebt sind. Diese Absonderung ist am reichlichsten bei den drüsigen Kopfhaaren (Fig. 5). In Gebirgsgegenden kommen dergleichen Kopfhaare vor, sowohl an den Knoten als am Kelche; bei Exemplaren aus dem niedrigen Lande habe ich sie nur am Kelche gefunden. Die Membranen der Haare sind sehr dünn, werden aber nicht von concentrirter Schwefelsäure aufgelöst, sondern zeigen sich im Besitz einer deutlichen, wenn auch dünner, Cuticula, welche nach Zusatz von Jod braun gefärbt wird; dagegen ist die Cellulose-reaktion sehr undeutlich. Dies scheint zwar dafür zu sprechen, dass die Wände nicht permeabel wären; man muss aber nicht vergessen, dass Schwefelsäure nicht immer ein sicheres Reagens auf Impermeabilität ist und dass die Microchemie keine vollständige Kenntniss liefert von den physikalischen Eigenschaften der Zellwände[1]). Durch Anilin-violett wird die Membran roth tingirt, insbesondere an den Basalzellen (b, b fig. 3), wo sie auch dicker ist als bei den Zellen des Haares. Die Querwände zwischen

1) Siehe *Schwendener*, Die Schutzscheiden etc. pag. 7.—8.

dem Fusszelle und der Epidermis sind uhrglasförmig und zeigen sich punktirt; wahrscheinlich sind sie dennoch nicht perforirt. Der Inhalt der oberen Zellen ist ein dünnes Wandplasma, das nach langer Behandlung mit Alcohol sich etwas von der Zellwand zurückzieht. In lebendigem Zustande ist der Inhalt klar, durchsichtig, mit wandständigem Kerne und reichlichem Zellsafte. Wird dieser z. B. durch Glycerin oder Alcohol ausgezogen, wird die Zelle fast ganz platt. Die stärkste Zusammenziehung zeigen oft die Basalzellen (b, b Fig. 3). Dies scheint davon abzuhangen, dass die Wände dieser Zellen *am leichtesten* Wasser durchlassen: sie sind sehr weich und biegen sich besonders leicht, nehmen aber auch schnell ihre frühere Gestalt wieder, wenn Wasser zugesetzt wird. Sie enthalten einen Stoff, der mehr schwellend ist als der anderer Zellen, und werden oft durch Jod und Schwefelsäure violett gefärbt. Dies zeigt sich am besten an den Haaren am Rande des Blattstieles (siehe weiteres in der Erklärung von Fig. 3 und 4 Pl. I). Wie leicht ersichtlich, bleibt das Wasser, das eine haarbekleidete Oberfläche benetzt, am längsten an der Basis der Haare haften. Dass die Basalzellen (b, b Fig. 3) und Fusszellen (a Fig. 4) der Haare nebst den angrenzenden Theilen der Epidermis gewissermassen ein Centrum für Wasseraufsammeln sind, scheint mir aus den feinen Rändern der Cuticula hervorzugehen, welche von der Basis der Haare radial ausstrahlen. Diese Ränder, die an einem Querschnitte als Fältchen der Cuticula erscheinen, fehlen nämlich bei vollkommen turgescenten Zellen. Sie treten hervor je nachdem der Turgor abnimmt, deswegen dass die Cuticula weniger elastisch ist als die Cellulose-membran, so dass bei Zusammenziehung der letzteren die aussenliegende Cuticula feine Fältchen bilden muss, ganz wie eine etwas erstarrte Masse an einem sich zusammenziehenden Bande von Kautschuk. Auf dieselbe Weise bilden sich auch oft an der Oberfläche abdünstender Gummi-, Schleim- und Zuckerlösungen Ränder, welche gegen das wasserreichere Centrum radial gehen.

Da die Basalzellen der Haare hier, wie wir gesehen, einen schwellenden oder wasseraufsaugenden Inhalt und permeable Wände haben, welche leicht benetzt werden, und ausserdem wegen ihrer Lage während der längsten Zeit mit dem Regenwasser in Berührung kommen, das von den Haaren festgehalten wird, scheint es höchst wahrscheinlich, dass alle diese Anordnungen auf irgend eine Weise mit dem auffallenden Regen in Zusammenhang stehen.

Um die physikalischen Eigenschaften dieser Haare näher zu erforschen, habe ich folgende einfache Experimente unternommen.

Wenn man mit einem scharfen Messer die trocknen Haare von einem Internodium abschneidet und sie auf das Objectglas legt, erscheinen sie mehr oder weniger zugeplattet, je nach dem Wasserverluste und dem Turgorgrade der Exemplare. Die abgeschnittene Zelle nimmt indessen wegen ihrer Elasticität ihre cylindrische Form theilweise wieder an, gleichwie ein Kautschukrohr, und Luft dringt in dieselbe ein. Wird nun Wasser zugesetzt, so bemerkt man leicht wie die zugeplatteten Zellen der Haare schnell Wasser einnehmen und anschwellen, so dass sie cylindrisch werden und die Luftblase aus der abgeschnittenen Zelle hinausgetrieben wird. Die Kraft, die hiebei am wirksamsten ist, ist deutlich die Elasticität der Membran. Bei einer näheren Untersuchung findet man indessen leicht, dass das Wasser, welches in die Zellen der Haare eindringt, durch die abgeschnittene Zelle geht; denn die Zellen nehmen ihre cylindrische Form schneller an, je nachdem sie jener Zelle näher liegen. Wir haben uns also hier nur die Elasticität der Membran zu merken als die Kraft, welche in erster Reihe bei der abgeschnittenen Zelle die Wassereinströmung bewirkt. Legt man aber ein nicht neulich bewässertes Exemplar mit den Haaren an das Deckglas, so dass stärkere Vergrösserung kann angewendet werden, und sieht dabei genau zu, dass das zugesetzte Wasser nicht durch irgend eine Wunde der Cuticula eindringen kann, so merkt man auch wie die durch den vorigen Wasserverlust etwas zugeplatteten Haare ihre cylindrische Gestalt allmählig wiedernehmen; aber dies geschieht jetzt viel langsamer. Während im vorigen Falle weniger als eine Minute hinreichte um die Zellen der Haare zu füllen, sind hier mehrere Minuten erforderlich. Doch ist die Zeitdauer verschieden für verschiedene Exemplare und hängt von der Temperatur und dem Feuchtnissgrade der umgebenden Luft ab. Damit das Experiment gelinge, darf es nicht in zu starkem Sonnenlicht oder in einem warmen Zimmer vorgenommen werden, weil dann die transpirirende Wassermenge grösser ist als die welche aufgenommen wird. Am besten ist das Experiment im Freien bei Regenwetter gelungen, mit dem Microscope unter einem Regenschirme. Natürlich müssen die Exemplare, die man anwendet, vorher vor Regen geschützt gewesen sein oder in ein warmes Zimmer hineingetragen. Man muss Regenwasser, nicht Quellenwasser, anwenden, weil das letztere, wie ich glaube bemerkt zu haben, nicht so leicht durch die Membranen diffundirt. Dass Wasser wirklich hier aufgenommen wird, ist ohne jeden Zweifel. Dadurch dass man Exemplare, die etwas von ihrem Turgor verloren, so dass sie schlaff sind, mit Regenwasser versieht an den Theilen die benetzt werden kön-

nen, und die Transpiration durch eine niedrigere Temperatur und Finsterniss verhindert, kann man ihnen ihren Turgor sehr leicht wiedergeben. Ich habe dies Experiment unzählige Male wiederholt. Ob dies der Hauptzweck ist bei dem Festhalten des Regens, will ich indessen dahin gestellt lassen. Da die in der Natur wachsenden Individuen bei Regen ihren Turgor wieder erhalten und vermehren, geschieht dies sicher hauptsächlich durch das aus dem Boden aufgenommene Wasser und in Folge der verminderten Transpiration, die während des Regens Statt hat. Aber der Regen kann auf mehrfache andere Art für die oberirdischen Theile der betreffenden Pflanzen nützlich sein (siehe im Folgenden), und schon eine oberflächliche Betrachtung sagt uns, wie viel mehr erfrischend ein Regen direkt auf die Pflanze selbst wirkt, als eine ausschliessliche Bewässerung der Wurzel.

Bemerkenswerth ist ferner, dass von der Blattachsel unterhalb eines Haarrandes ein Zweig ausgeht, während von der Blattachsel unterhalb der kahlen Seite des Stengels eine Knospe seltener angelegt oder wenigstens viel später entwickelt wird. Man könnte möglicherweise hieraus den Schluss ziehen wollen, dass die Haarränder auf irgend eine Weise, z. B. durch Absonderung einer klebrigen schützenden Substanz, den Wachsthum der Knospen fördern, ohne in irgend einem Zusammenhange mit dem Regen zu stehen. Und es ist freilich wahr, dass das erste Blattpaar an einem Zweige während des Knospenstadiums dem Internodium der Hauptaxe eng angedrückt ist, aber dann finden sich die Haare *nicht* oder nur andeutungsweise da. Die Knospe in der Blattachsel unter dem Haarrande wird nämlich früher als der Haarrand angelegt, und es zeigt sich deutlich, dass diese Haare ihre eigentliche Ausbildung erreichen, erst nachdem das Internodium sich ausgedehnt hat oder nicht länger mit dem Zweige längs seinem Haarrande in Berührung steht. Indessen mögen die Haarränder, eben weil sie Regen nach der Blattachsel leiten, den Zuwachs der dort sitzenden Knospe fördern, sowohl dadurch dass eine klebrige, gegen zu starke Transpiration schützende, Substanz mit dem Regen über die Theile des jungen Zweiges ausgebreitet wird, als durch direkte Zufuhr von Nahrung. Wenn das Internodium zweiseitig behaart ist, werden auch in den beiden untersitzenden Blattachseln Knospen gebildet, welche sich gleichzeitig entwickeln und sich im Übrigen gleich verhalten.

Die eben genannten Anordnungen können schwerlich anders erklärt werden als in Zusammenhang mit dem herabfallenden Regen. Es kann ja nicht eine einseitige Haarbekleidung eine mechanische Bedeu-

tung für ein Internodium haben, noch kann sie in irgend einer direkten Relation zum Sonnenlichte oder zum Winde stehen. Ebenso wenig können die einseitigen Haarränder gegen heraufkriechende Insecten schützen, denn diese könnten ja die andere Seite wählen, wenn der Haarrand für sie irgendwie hinderlich wäre. Übrigens sind die betreffenden weichen Haargebilde derart, dass sie auch nicht die kleinsten Thierchen, z. B. Akariden, am Hinaufklettern hindern; im Gegentheil wird das ihnen durch die Haare erleichtert. Die Wasseranhäufungen an den Blattachseln können auch nicht da sein um die Blüthen vor heraufkriechenden Insecten zu schützen; denn Wasser findet sich ja da nur zu gewissen begränzten Zeiten, und dies ist vom Regen, und nicht von den Fortschritten der Bestäubung abhängig. Es könnte die Frage gestellt werden, ob nicht durch die Haarränder eine locale Transpiration befördert werde mit begleitender Zusammenziehung von den Zellgeweben, was eine *Biegung* des Internodiums oder des Blüthenstieles bewirken würde. Es ist auch wahr, dass die Internodien öfters ihre gegenseitige Stellung verändern (der Stengel wird knickbogig) und, wie oben gezeigt, die Blüthenstiele biegen sich nach abwärts; aber *alle* diese Bewegungen geschehen nicht in den Internodien selbst, die gerade bleiben, sondern in den Knoten, die ohne Haare sind. Die Bewegung der Internodien, die verursacht wird und deren Richtung bestimmt wird von dem einfallenden Lichte, geschieht ohnedies nicht in dem Plane, wo der Haarrand und die Axe des Internodiums liegen, sondern in einem anderen der gegen jenen winkelrecht ist, wenn auch der Blüthenstiel durch eine Drehung seinen Haarrand endlich in denselben Plan stellt, wo die Biegung Statt gefunden (Fig. 1). Die zweiseitig behaarten Internodien wären ausserdem in Hinsicht einer solchen Bewegung nicht erklärbar. Da die Haare saftführend sind und folglich die transpirirende Oberfläche der Pflanze vergrössern, ist es möglich, ja wahrscheinlich, dass sie zu gewissen Zeiten die Transpiration und damit die Assimilation befördern, aber weder die Zusammenstellung der Haare in Reihen noch die gegenseitige Anordnung dieser Haarreihen lässt sich mit Bezug auf jenen Zweck erklären. Dagegen die Annahme, dass wir hier eine Anordnung haben für den auffallenden Regen und dass die einseitige Haarbekleidung der Internodien in Zusammenhang steht mit den herabgebogenen Fruchtstielen, begegnet keinen Schwierigkeiten, so viel ich habe finden können, sondern wird, wie oben gezeigt, von zahlreichen Umständen bestätigt.

Melampyrum pratense L. (Pl. II. Fig. 1—6) und **sylvaticum** L. (Pl. II. Fig. 7).

Die *erstere* dieser Arten hat einen unten runden, oben vierkantigen, aufrechten Stengel. Die Blätter sind bekanntlich entgegengesetzt. Von jedem Zwischenraume der Blätter aus geht an jeder Seite des Stengels (Fig. 1, c) ein Haarrand zur nächst unterstehenden Achsel nieder. Der Stengel ist also zweiseitig behaart. Die Haarränder, welche von den Zwischenräumen der Keimblätter niederlaufen, sind undeutlicher und kürzer. Die von den Achseln ausgehenden Zweige (Fig. 1 d) bilden bei dieser Art einen beinahe rechten Winkel gegen die Hauptaxe, und ihr ganzes erstes Internodium ist fast horizontal; das zweite dagegen krümmt sich aufwärts (Fig. 1, f). Das erste Blattpaar eines Zweiges sollte folglich senkrecht gestellte Spreiten bekommen, eine Drehung aber des oberen Theiles des Blattes gegen das einfallende Licht bewirkt, dass die Spreite theilweise horizontal wird, wie Fig. 1, e und Fig. 2 zeigen. Von diesem Blattpaare führt nur *ein* Haarrand zur Achsel der Hauptaxe, nämlich an der *Unterseite* des Internodiums. Das zweite Internodium (Fig. 1, f) dagegen, das aufrecht ist und seine Blätter in gewöhnlicher horizontaler Stellung trägt, hat zwei Haarränder, nämlich je einen an beiden Seiten des Stengels, ganz wie die Hauptaxe. Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch ein solches Internodium. Die bei dieser Pflanze vorkommenden Haargebilde sind zweierlei Art: 1) kurze drüsige Kopfhaare (Fig. 6, a) mit einem dicken, in Wasser schwellenden, Secret; dadurch dass diese Haare eingesenkt sitzen, halten sie Wasser zwischen sich und den umschliessenden Epidermiszellen fest; 2) längere oder kürzere 2—5-zellige protoplasmaführende Haare, welche auch leicht von Wasser genetzt werden. Die übrigen Epidermiszellen sind übrigens sehr plasmareich, sowohl die in der Nähe der Haare vorkommenden wie die anderen. Die Cuticula und die übrige nach aussen gekehrte Membran sind dagegen deutlich dünner bei den Zellen des Haarrandes als an anderen Stellen, was man sehr gut sehen kann an einem Querschnitte durch das erste Internodium der Zweige. Dies hat an der Oberseite (Fig. 5) Zellen mit sehr dicken Aussenwänden, an der Unterseite dagegen (Fig. 6) sind die Wände dünner, insbesondere in der Nähe der Haare. Bei Querschnitten durch die einseitig behaarten Zweige löst sich gerade der Theil des Schnittes ab, wo die Haare sitzen, oder er faltet sich, und es

sich zeigt deutlich, dass dies daher kommt, weil der dahingehörende Theil der Epidermis, besonders die Cuticula, schwächer oder weicher ist. Dies spricht wiederum für eine grössere Permeabilität. Beiderlei Haare finden sich auch längs der eingesenkten Hauptnerven der Blätter und an dem abwärts gewendeten Blattrande, und dienen auch hier zum Festhalten des Regenwassers.

M. sylvaticum gleicht bekanntlich in mehreren Hinsichten der vorhergehenden Art, weicht aber davon ab durch verschiedene Kennzeichen, von welchen wir hier nur die *aufrechten* Zweige berücksichtigen, welche gegen die Hauptaxe einen spitzigen Winkel, etwa 30°, bilden (Fig. 7), alle Spreiten horizontal gestellt haben und je einen Haarrand an zwei Seiten des vierkantigen ersten Internodiums besitzen.

Die Regentropfen, welche die Blätter der Hauptaxe treffen (Fig. 7), verbreiten sich über die Spreiten, welche dadurch benetzt werden, besonders an dem Mittelnerven und an den Blatträndern. Wegen der schrägen Stellung der Blätter gegen die Hauptaxe sammelt sich das Wasser allmählich in die Achseln und verbreitet sich von diesen aus durch die Zwischenräume zwischen den Blättern den Stengel hinab längs den Haarrändern, die es festhalten und es wie Dochte zur unterliegenden Achsel hinleiten. Wenn da wieder mehr Wasser angehäuft worden als durch Adhesion festgehalten werden kann, läuft das Wasser weiter längs den beiden Haarrändern des Stengels, und auf diese Weise werden alle wasserfesthaltende Theile des Stengels mit Wasser versehen; was nicht festgehalten werden kann, geht längs dem hypocotylen Stammtheile bis zur Wurzel herab. Die zwischen den Haarrändern liegenden Theile des Stengels werden nicht so leicht benetzt. In Bezug auf jene Anordnungen an der Hauptaxe sind die beiden Arten einander ähnlich.

Wenn wir aber die Seitenaxen betrachten, begegnen uns folgende Verschiedenheiten. Bei *M. pratense* wird die Wassermasse, welche an dem horizontal ausgebreiteten Theile des ersten Blattpaares der Seitenaxen (Fig. 1 e nebst Erklärung) aufgefangen worden, durch die Stellung der Blattbasis an dem unteren Blattrande gesammelt, und verbreitet sich von daher längs dem Haarrande an der *Unterseite* des Zweiges. An der entgegengesetzten gerade oben liegenden Seite des Zweiges kann das Wasser natürlich sich nicht anhäufen, und *darum* führt auch von daher kein Haarrand, der das überflüssige Wasser ableiten könnte.

M. sylvaticum kommt bekanntlich am liebsten in Wäldern vor, wo es zusammen mit Myrtillus uliginosa und anderen Pflanzen wächst, zwischen die es seine Zweige emporschiessen muss, damit diese erfor-

derliches Licht erhalten und ihre Blüthen den Insecten sichtbar machen mögen. *M. pratense* dagegen zieht Waldränder und Weiden vor, wo es gewöhnlich mit niedrigeren Pflanzen zusammen wächst und folglich, auch mit niederliegenden Zweigen, hinreichendes Licht findet. Beide Arten kommen indessen öfters zusammen vor. Ich habe in Jemtland bei Enafors einige Exemplare von *M. pratense* angetroffen, die mit fusshohen Pflanzen zusammen wuchsen; diese Exemplare hatten aufrechte Zweige wie *M. sylvaticum.* Aber diese Zweige hatten auch Haarränder an den Oberseiten des ersten Internodiums, was noch weiter meine Annahme bestätigt, dass das Vorhandensein des Haarrandes in Zusammenhang steht mit der aufrechten Richtung des Zweiges. Diese beiden Pflanzen scheinen mir daher eine der besten Illustrationen zu liefern zum Kapitel von den regenauffangenden Pflanzen.

Thalictrum simplex. Pl. III. Fig. 1—6.

Die schematische Figur 3 zeigt die Stellung des Blattes und der Blättchen in Verhältniss zu dem Stengel und der Nebenblattschale *x*. Das Ganze hat die Gestalt einer Düte, deren Öffnung durch die punktirte Linie bezeichnet ist. Die Blättchen sind durch gerade Linien bezeichnet und ihre Spreiten müssen als in der Oberfläche des Kegels liegend betrachtet werden; sie bilden kurzum die Wand der Düte. Die Wassertropfen, die innerhalb der Öffnung fallen und irgend eines der Blättchen treffen, werden zersplittert und von den Blättchen, die gewöhnlich nicht benetzt werden, mehr oder minder direkt zum Grunde der Düte hinuntergeworfen, wo die wasseraufsammelnde Nebenblattschale (Fig. 1 und 2) sich befindet. Wenn man das Blatt von oben betrachtet, sieht man dass die Blättchen eine solche gegenseitige Stellung haben, dass ein Wassertropfen schwerlich kann frei zwischen sie passiren. Da der Umkreis des Blattes verhältnissmässig sehr gross ist, wird folglich während eines Regens eine sehr beträchtliche Anzahl von Tropfen zum Grunde der Düte herabgeworfen, wo sie den Stengel gleich oberhalb der Nebenblättchenschale treffen. Der Stengel wird hier leicht benetzt, wodurch das Wasser festhaftet und sich längs demselben abwärts verbreitet *innerhalb* der Nebenblättchen, weil diese nicht an der äusseren Seite, zwar aber an der inneren benetzt werden. Die Möglichkeit für diese

Schalen Wasser zu erhalten ist also sehr gross, wiewohl sie weder direkt vom Regen getroffen werden, noch diesen vermittelst eines rinnenförmigen Blattstieles bekommen, sondern im Gegentheil am ersten Anblicke scheinen durch ihre Stellung vor Regen geschützt zu sein.

Als die Nebenblättchenschalen noch jung sind, ist ihre Farbe gewöhnlich weiss und sie nehmen die Stellung ein, die Fig. 1 zeigt. Älter werden sie braun und trocken und liegen dann, wenn es nicht regnet, wie mehr oder weniger zusammengeschrumpfte Schuppen dicht an dem Stengel. Sie sind sehr dünn (siehe Fig.) und werden, wie oben gesagt, nur an der dem Stengel zugewendeten Seite benetzt, wo die Cuticula sehr dünn und permeabel ist. Ein ganz verschiedenes Aussehen zeigen diese älteren Nebenblättchen während des Regens oder nach dem Regen (siehe Fig. 1 und 2; das Wasser ist indessen hier weggenommen). Dadurch dass die innere Seite der Nebenblättchenschalen und die nächsten Theile des Stengels benetzt werden, dringt das Wasser leicht hinein, wobei die Wände der Schale erweichen und nach aussen biegen, je nach dem Zuwachse der Wassermenge. Diese Nebenblättchenschalen passen also gewissermassen ihr Volumen der Menge des Wassers an, das ihnen zu Gebote steht. Die franzenähnlichen Anhängsel am Schalenrande legen sich über das Wasser in der Schale und tragen dadurch zu dessen Festhalten bei. Die Zellen der Schale sind der Farbe nach braun, mit einem gummiartigen Inhalte. Dieser Inhalt wird durch Wasser leicht *gelöst*, was direkt beobachtet werden kann, wenn man einen Theil der trockenen Schale abschneidet und unter das Microscop legt, und dann Wasser zusetzt. Es zeigt sich dann, dass der Inhalt einer zerschnittenen Zelle (siehe Fig. 6, die nach oben gewendeten Zellen), der mit Wasser direkt in Contact kommt, sich beinahe gänzlich auflöst, so dass die Zelle, welche vorher braun war, farblos wird, während die nicht abgeschnittenen Zellen (Fig. 6, die nach unten gewendeten) braun bleiben. Diese gummiführenden Zellen nehmen durch Osmose Wasser auf, was an der Anschwellung der Zellen sich zeigt. Dadurch dass die Schalen sich um das aufgesammelte Wasser zusammenschliessen, so dass nur ein höchst unbedeutender Theil von demselben mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, wird die Abdünstung gehemmt, und mehrere Stunden, nachdem der Regen aufgehört hat und die Epidermis der Pflanze im Übrigen trocken ist, können diese Schalen Wasser enthalten.

Ähnliche Gebilde kommen auch bei verschiedenen anderen *Thalictrum*-arten vor. Im botanischen Garten in Upsala habe ich Gelegenheit gehabt obige Beobachtungen an Th. paradoxum und Th. kemense

zu constatiren. Die erstgenannte dieser Arten hat, ausser zierlichen regenaufsammelnden Nebenblättchenschalen, auch zu Schüppchen oder Dütchen geformte Stipellen am Grunde der Seitenblättchen, wo sich Regentröpfchen auch ansammeln. Die Nebenblättchenschalen sind anfangs weiss, werden aber nachher gelbbraun, je nachdem der Inhalt der Zellen sich verändert.

Trifolium repens Pl. IV. Fig. 1—7.

Die Blättchen dieser Pflanze nehmen bekanntlich während des Tages eine fast ganz horizontale Stellung ein, wie Fig. 1 Pl. IV. zeigt. Sie behalten diese Stellung den ganzen Tag sowohl im Regen als bei hellem Wetter. Während der Nacht dagegen legen sich die beiden Seitenblättchen gegen einander, und das Endblättchen biegt sich über sie zurück in Gestalt eines Daches (s. fig. 2). Ehe die Blättchen entwickelt sind, liegen sie im Gegentheil alle zusammengefaltet mit dem Endblättchen zwischen den Seitenblättchen (Fig. 3). Die Blättchen sind am Rande vom Grunde zur Mitte deutlich, von der Mitte zur Spitze weniger deutlich gezähnt, wie man an der vergrösserten Figur 4, Pl. IV sehen kann.

Die Blättchen haben an der Oberseite eine kahle Epidermis, deren Zellen etwas halbkugelförmig erhöht sind (s. Fig. 6) und eine dünne Cuticula besitzen, welche von Wasser nicht genetzt wird. In den Einsenkungen zwischen diesen Zellen befinden sich kleine Spaltöffnungen. An der Unterseite der Blättchen zieht sich längs dem Rande ein mit einem Secrete überzogener, gleichwie firnisster Streifen hin; dies Secret hat sich aus da befindlichen Haargebilden (Drüsenzotten) abgesondert (Fig. 5 c und Fig. 7 a). Die Epidermis ist hier ganz eben, denn die Zellen sind nicht erhöht wie an der Oberseite der Blättchen; bei Zellen, die ihren Turgor verloren haben, zeigt sich die Cuticula, von der Oberfläche aus betrachtet, deutlich gestreift, weil sie kleine wellenförmige Erhöhungen bildet. Die feinen Streifen gehen strahlenförmig aus vom Grunde der Zotten (Fig. 7, d), die am Rande der Unterseite und am Mittelnerven in grosser Menge vorkommen und das oben erwähnte Secret absondern. Ob auch die Membranen der benachbarten Epidermis-zellen einen gleichartigen Stoff absondern, wage ich nicht zu entscheiden. Die secret-absondernden Zotten sitzen bisweilen in kleinen Vertiefungen und liegen an

der Spreite angedrückt. Ausserdem kommen auch lange Haare (Fig. 5, a) vor, die sowohl am Rande als nahe an demselben sitzen.

Wir werden jetzt zusehen, wie diese Pflanze sich im Regen verhält, und wie die eben beschriebenen Theile angepasst sind um die Regentropfen aufzufangen und festzuhalten. Wenn der Tropfen die ausgebreitete Spreite trifft, wird er gewöhnlich in mehrere kleinere Tröpfchen zersplittert. Weil die Blättchen am öftesten sich etwas gegen den gemeinsamen Stiel neigen, fliesst der grössere Theil des Wassers in dieser Richtung. Die Oberseite der Blättchen wird gar nicht vom Regen genetzt, wenn er auch reichlich und langwierig ist. Ich habe beobachtet, wie alle Exemplare von Trifolium repens nach achtzehnstündigem intensivem Regen an den Oberseiten der Blätter ganz und gar trocken waren. Nur am *äussersten* Rande, wo die oben erwähnten Haargebilde und Zähne sich befinden, werden die Blättchen genetzt, und wie gross auch die Schnelligkeit des fallenden Tropfens sei, ein nicht unbedeutender Theil desselben wird doch festgehalten, sowohl durch das wasserabsorbirende Secret als durch Adhesion zwischen den langen Haaren und der Epidermis. Insbesondere sind die gerundeten Einschnitte, die jeder Zahn am Rande bildet, geeignet, Wasser in sich aufzufangen und es allmählig nach der anderen Seite hinübergleiten zu lassen, wo es sich mehr und mehr verbreitet dem Rande und dem Mittelnerven entlang. Diese werden sehr leicht genetzt, denn schon nach kurzem Regen sind alle Blattränder an der Unterseite nass und die dem Stiele zugewendeten Hälften der Unterseiten der Seitenblättchen sind es ganz und gar. Ist der Regen reichlich oder dauert er eine längere Weile, wird bald die ganze Unterseite der Blättchen mit einer Wasserschicht bekleidet, und es ist sehr eigenthümlich zu sehen, wie der gegen die Oberseite der Blättchen fallende Wassertropfen sich augenblicklich nach der unteren Seite hinüberrollt und da sitzen bleibt. Obwohl die Unterseite der Blättchen in dieser Weise gänzlich von Wasser bekleidet wird, wird indessen nicht ihre ganze Epidermis davon genetzt, sondern das Wasser hängt uhrglasförmig festhaftend am Blattrande und am Mittelnerven, d. h. an den Theilen, die genetzt werden d. i. mit dem abgesonderten Secrete überzogen sind. Dies ist leicht ersichtlich, wenn das Wasser durch Schütteln entfernt wird. Gleichwie im Falle schwimmender Blätter, wird indessen die ganze Unterseite durch die anhangende Wassermasse von der atmosphärischen Luft abgeschlossen, was ziemlich lange Zeit hindurch dauern kann, weil die Abdünstung von der Unterseite nicht so leicht vor sich geht. Dies ist wohl auch der Grund, warum Trifolium repens

Luftporen auch an der Oberseite der Blättchen hat (Fig. 6), wo das Wasser nicht kann festgehalten werden.

Während der Nacht fallen die Regentropfen direkt auf die Unterseite des Endblattes und werden auch da festgehalten, obwohl nicht so viel wie am Tage, denn der grössere Theil ihrer Masse läuft sogleich längs dem Stiele nach den Nebenblättern und der Wurzel herab. Dagegen ist die Nachtstellung der Blätter ganz besonders geeignet den Thau aufzufangen, der sich sehr reichlich an den Stellen absetzt, welche genetzt werden können, aber nur unbedeutend und in Gestalt bald wegfallender Perlen an den Theilen, welche nicht genetzt werden. An der Oberseite der Blättchen wird kein Thau abgesetzt, ausser im Herbste, wo die Abkühlung stärker ist und andere auf die Lebenserscheinungen einwirkende Störungen eintreten. Das Einnehmen der Nachtstellung wird indessen vorzugsweise auf Regulirung des Ausstrahlens der Wärme abgesehen sein. Nachdem die Blättchen am Morgen ihre Tagesstellung eingenommen haben, kann dennoch nicht wenig Thauwasser an der Unterseite sitzen bleiben.

Um zu erforschen welche Bedeutung das festgehaltene Regenwasser für diese Pflanze haben mag, habe ich folgende einfache Versuche unternommen. Wenn Blätter, welche etwas von ihrem Turgor verloren haben, so dass sie schlaff sind, in ein Fass gelegt werden mit der Unterseite gegen die Wasserfläche und den Stielen sorgfältig aufgebogen, so dass kein Wasser die Abschnittsfläche erreichen kann, gewinnen die Blätter bald ihren Turgor wieder und werden frisch, wofern nicht wegen zu hoher Wärme oder zu stark auffallendes Sonnenlichtes das aufgenommene Wasser unzureichend ist dasjenige zu ersetzen das durch Transpiration verloren geht. Dass das Wasser, welches den Blättern ihren Turgor wiedergiebt, nicht aus dem Stiele oder irgend einem anderen Pflanzentheile herkommt, ist daraus zu ersehen, dass auch diese Theile, wenn sie vorher schlaff waren, ihren Turgor wiedergewinnen. Werden die Blätter mit der Oberseite an die Wasserfläche gelegt, drängt das Wasser bald nach der secretführenden Epidermis der Unterseite hinüber, und das Blatt erhält, obschon etwas langsamer, seinen Turgor wieder. Sowohl Regenwasser als hartes Wasser kann von den Blättern aufgenommen werden, und wenn die Aufnahme geschieht ohne dass irgend ein Theil eines kalkhaltigen Wassertropfens abdünsten darf, entsteht kein Flecken, der darauf hindeuten sollte, dass der im Wasser gelöste Stoff nicht absorbiert wäre.

Das Einsaugen des Wasser geschieht aller Wahrscheinlichkeit nach sowohl mittelst der Colleteren als der in ihrer Nähe vorkommenden Spaltöffnungen, die, obschon bisweilen als Luftporen dienend, doch wassergefüllt sein können, d. h. Wasserporen sind. Es ist auch möglich, dass mehrere andere von den Zellen, die genetzt werden, eine permeable Cuticula haben und Wasser aufnehmen, besonders der unterste Theil der langen Haare und die angrenzenden Zellwände, welche sehr weich und schleimartig zu sein scheinen, sowie auch die äussersten von den Zellen der Blättchenzähne.

Nebst dem Wasser sammeln sich an der Unterseite des Blattes Häufchen von Sandkörnern, Pollen von anemophilen Blüthen, Pilzsporen, Diatomaceen, Thierexcrementen u. a., die theils durch die Wassertropfen von der Oberseite des Blattes herabgespült, theils vom Winde direkt dahingeführt werden. Nachdem das Wasser abgedünstet hat oder absorbirt worden ist, bleiben diese Häufchen sitzen, hauptsächlich vom dem Secret festgehalten, das von den Colleteren abgesondert und im Wasser aufgelöst worden. Insbesondere finden sich dergleichen Überbleibsel an den Colleteren und den anderen Haaren. Ob und wiefern dies für die Pflanze bedeutsam sein mag, darauf will ich mich nicht jetzt einlassen; ich will hier nur darauf hinzeigen, dass dies ein sehr gewöhnliches Verhältniss ist und dass Trifolium repens bei Übergipsung vorzüglich gut gedeiht.

Ob Wassergas von dieser Pflanze aufgenommen werden kann und einen verlorenen Turgor ersetzen, habe ich nicht Gelegenheit gehabt direkt zu untersuchen. Wahrscheinlich ist jedoch der Inhalt der secretführenden Haare hygroscopisch.

Ich will indessen nicht übergehen, dass jene Secretabsonderung, insbesondere die an den nach aussen gewendeten Unterseiten der Seitenblättchen, auch eine *andere* biologische Bedeutung hat. Sie bildet nämlich einen Schutz für das junge Blatt gegen zu starke Abdünstung während des Knospenstadiums oder der Zeit, wo die Membranen der Epidermiszellen noch nicht genug schützend sind. Dies erhellt am besten daraus, dass *alle* nach aussen gewendeten Theile des unentwickelten Blattes secretabsondernde Zotten haben. Die an derselben Stelle vorkommenden langen Haare am Blattrande, die Blattzähne, die Wasserporen und die *persistirenden* Colleteren sind indessen Anordnungen, die schwerlich auf den Schutz des jungen Blattes Bezug haben können.

Fraxinus excelsor. L. Pl. IV. Fig. 8—10.

Die Blätter sind bekanntlich unpaarig gefiedert. Die Rhachis bildet zwischen den Blättchenpaaren eine Rinne, welche dadurch überdeckt wird, dass ihre Ränder sich zusammenfalten, wie ein Querschnitt der Rhachis zeigt (Fig. 9). Nach dieser Rinne wird das Wasser, das auf die Blättchen fällt, längs den Blättchennerven geleitet, welche eingesenkt sind und vom Regen benetzt werden. An der Basis der Blättchen öffnet sich die Rinne, so dass das Wasser sich da sammeln kann und in den gedeckten Theil der Rinne eindringen. Sowohl an den eingesenkten Nerven und den kleinen Einschnitten am Blattrande als besonders an den Rinnenöffnungen und in der Rinne selbst finden sich kleine schildförmige Drüsenschuppen [1]). Am oberen Theile der Rinne finden sich dagegen gewöhnlich 1—2-zellige, kurze, kegelförmige Haare, und an der Mitte der Rinnenöffnungen *ein Bündel von secretführenden langen Haaren*, um die das Wasser sich *besonders* anhäuft. Die Drüsenschuppen haben einen Inhalt, der sich durch Alkohol wenigstens nicht ganz auflöst und durch Anilinviolett ziegelroth gefärbt wird. Die gewöhnlichen Epidermiszellen der Rinne haben eine dünne Cuticula, welche wenigstens an durchschnittenen Zellen unter dem Microscope wellenförmig erscheint.

Von den untersten Seitenblättchen aus geht am Blattstiele keine Rinne nach dem Stamme, so dass das Wasser das in den Rinnen angehäuft wird, nicht abgeführt sondern festgehalten wird. Auch an den eingesenkten Nerven der Blättchen wird das Wasser leicht geleitet. In den geschlossenen Rinnen bleibt das Wasser sehr lang ohne abzudünsten. Nebst dem Wasser wird auch eine Menge ungleichartiger Stoffe in die Rinnen eingeführt, wie Pollenkörner, Pilzsporen und andere Pflanzentheile, mineralische Partikeln, thierische Excremente u. dergl.

Die Versuche, die ich mit dieser Pflanze vorgenommen, zeigen, dass die Blätter sehr leicht ihren Turgor wiedergewinnen durch das Wasser das auf sie fällt und auf ihnen festgehalten wird.

Alchemilla vulgaris. L.

Die schalenförmigen Blätter dieser Art sind bekanntlich durch ihre Form und ihre Stellung besonders geeignet Regen aufzunehmen, und gewöhnlich findet man auch an ihnen eine grössere oder kleinere Wasserperle. Der Regen benetzt nicht die ganze Oberseite der Blätter; das

1) Siehe DE BARY, Vergleichende Anatomie, pag. 67.

Wasser haftet nur an der Basis (am Grunde der Schale) und längs den schmalen eingesenkten Nerven und wird da durch Adhesion sehr sicher festgehalten, so dass eine kleinere Wassermenge nicht so leicht kann aus der Blattschale weggeschüttelt werden. Ein aufwärts gerichteter *Haarbüschel* an der Oberseite des Blattstieles, im Verein mit der Faltung der Basallappen gegen einander, hindert das Wasser zwischen diese längs dem Blattstiele herabzufliessen. Der in die Schalen gefallene Regen fliesst daher in gewöhnlichen Fällen nicht weg, sondern verdünstet daselbst. Am Grunde der Schale und an den Nerven eine Strecke hinauf d. h. an den Stellen die genetzt werden, finden sich kleine kopfige *Drüsenhaare;* die angrenzenden Epidermiszellen sind kleiner als die übrigen des Blattes, mehr dünnwändig und besonders reich an Protoplasma.

Nebst Regen (und Thau) sammelt sich in diesen Schalen eine Menge verschiedener Stoffe, wie Antheren und andere winzige Pflanzentheile, Blüthenstaub und Sporen, Thier-reste und Excremente, Sandkörner und dergleichen, die vom Winde leicht dahingeführt werden können. Alle diese Körperchen werden von den herabfallenden Regentropfen nach dem Grunde der Schale heruntergefegt.

Aus diesen Schalen habe ich zu mehreren verschiedenen Gelegenheiten Regenwasser aufgesammelt, sowohl gleich nach dem Regen als mehrere Stunden später. Nachdem das Wasser filtrirt geworden, habe ich es langsam abdünsten lassen in einem Uhrglase auf Wasserbad, wobei sich immer ein nicht unbedeutender Rest gezeigt hat in Gestalt eines dünnen braunen gummi- oder schleim-ähnlichen Häutchen. Wenn das aufgesammelte Wasser nicht erst filtrirt wird, bleiben nach der Abdünstung ausserdem noch mehr oder weniger aufgelöste Pollenkörner, Pilzsporen, Diotomacéschalen u. s. w. Schäbt man kleine Scheiben von jenem Häutchen ab und legt sie unter das Microscop, zeigt sich, dass sie auch zahlreiche, kleine, durchsichtige Crystalle enthalten. Diese gehören dem regulären Systeme, wie aus ihrem Verhälten bei polarisirtem Lichte hervorgeht, und sind sehr leicht auflösbar. Folglich sind sie keine Kalksalze. Bemerkenswerth ist auch die Fähigkeit des gummiartigen Stoffes Wassergas aus der atmosphärischen Luft aufzunehmen. Wenn man jene trockenen Scheibchen nur leise anhaucht, nehmen sie die Gestalt eines flüssigen Tropfens an, wobei die Crystalle sich sogleich auflösen. Gewisse Theile dieses Secretes werden, mit Schwefelsäure und Jod behandelt, bisweilen blau, aber die Hauptmasse bleibt braun. Das Secret ist am wahrscheinlichsten ein Gummischleim, möglicherweise

mit Beimischung von anderen Stoffen z. B. Harz. Dass das Secret von den Blättern selbst abgesondert wird, unterliegt gar keinem Zweifel. Freilich zeigt es sich, dass Regenwasser, das in Uhrgläsern aufgesammelt worden, nach Abdünstung öfters Spuren enthält von einem gummi- oder schleimartigen Stoffe, insbesondere solches Regenwasser, das sogleich am Anfange eines Regens aufgesammelt wird; aber dieser Stoff, der seinen Ursprung hat von den *vielen*, kleinen, den Regen begleitenden Pflanzentheilen, kommt in verhältnissmässig äusserst kleinen Quantitäten vor. Die Organe, welche dies Secret [1] absondern, sind am wahrscheinlichsten vorzüglich die Drüsenhaare, die in ihren Köpfchen einen ähnlichen Stoff enthalten; möglich ist es immerhin, dass auch andere Epidermiszellen dasselbe Secret absondern können. Die Membran des Köpfchens wird leicht genetzt und giebt dadurch Gelegenheit zu einer leichteren Diosmose. Dies Köpfchen verhält sich wie ein mit Gummi gefülltes Glasrohr, das durch eine organische Membran von umgebendem Wasser getrennt ist. Ein solches Glasrohr nimmt bekanntlich osmotisch viel Wasser auf, während ein Theil des Gummi nach dem Wasser übergeht.

Die betreffenden Drüsen können indessen an anderen Theilen der Pflanze vorkommen, und es ist möglich, dass sie auch dann durch ihre Hygroscopicität beitragen der Pflanze Wassergas aus der atmosphärischen Luft zuzuführen.

An denjenigen Blättern, wo das Regenwasser abgedünstet, findet sich oft ein deutlicher Flecken am Grunde der Schale, vom Secrete herrührend, das wie ein Firniss über eine grössere Fläche, als die welche vorher vom Wasser benetzt wurde, ausgebreitet ist. Die Theile des Blattes, die auf diese Weise mit Secret überzogen werden, das in Wasser aufgelöst gewesen ist, werden bei einem folgenden Regen benetzt. Auf solche Weise wird dieser Flecken erweitert, und er ist somit am kleinsten bei jungen Blättern; eben diese halten indessen durch ihre schalenförmige Gestaltung das Wasser am besten fest; denn bei älteren Blättern, die flacher geworden, fliesst es viel leichter ab. Wenn das Wasser abgedünstet, bleiben die Stoffe, die nicht aufgelöst geworden, am Grunde der Schale liegen, der Epidermis mittelst des Secretes eng angeklebt. Dass diese Blätter Regenwasser aufnehmen können, zeigt sich, wenn

1) Über die Bildung und Absonderung des Secrets siehe Joh. Hanstein, Über die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen in Bot. Zeit. 1868 N:o 43. Martinet, Organes de sécrétion des végétaux. Ann. des sc. nat. 1872. T. XIV. p. 91—232. de Bary, Vergleich. Anatomie p. 93 u. f.

man sie erst etwas von ihrem Turgor verlieren lässt, dann in die Blattschale Wasser bringt und durch eine niedrigere Temperatur die Transpiration vermindert; sie bekommen dann leicht ihren Turgor wieder. Das Secret, das mit Leichtigkeit genetzt wird und anschwillt, trägt insbesondere hiezu bei, vermindert aber sonst die Transpiration, weil es nach Abdünstung des Wassers die Cuticula wie ein Firniss bekleidet.

Von dieser Pflanze finden sich bekanntlich verschiedene mehr oder weniger haarige Varietäten. An den Gebirgsbächen auf Åreskutan habe ich eine kahle Form ohne Haarbüschel an der Basis der Spreite und mit wenigeren Drüsenhaaren an der Mitte der Schalen angetroffen. Auf diesen Blättern wurde wenig Regenwasser angesammelt.

Dass auch Thau auf den betreffenden Blättern aufgesammelt wird, habe ich Gelegenheit gehabt zu constatiren. Wie das durch den Wurzeldruck ausgepresste Wasser, welches sich auch in den Schalen sammelt und wahrscheinlich zur Regulirung der Transpiration dient, sich zum Regenwasser verhält, habe ich noch nicht hinreichende Gelegenheit gehabt zu untersuchen. Das Wasser, das ich aus den Blattschalen aufgesammelt, ist zum wesentlichsten Theil Regenwasser gewesen.

Parnassia palustris. L. und **Cornus suecia.** L.

Parnassia palustris. L. hat bekanntlich aufrechte Blüthen, welche nicht auf irgend eine Weise gegen den herabfallenden Regen geschützt sind. Dieser wird im Gegentheil gerade in den Blüthen mit den *Kronenblättern* aufgefangen und am Grunde der Blüthe angehäuft. Von daher verbreitet sich das Wasser zwischen die Kronen- und Kelchblätter. Unterhalb der Zwischenräume zwischen den letztgenannten finden sich Rinnen, in welchen es weiter nach dem Stengelblatte geleitet wird. Dies umfasst mit der Basis den Stengel zur Hälfte und bildet eine Schale, worin der Regen eine Zeit lang festgehalten wird. Von jeder Seite geht eine Rinne aus, die das überflüssige Wasser nach abwärts leitet.

Bei *Cornus suecica* leistern die vier *Hüllenblätter* der Blüthenstellung denselben Dienst wie die Kronenblätter bei *Parnassia.* Das aufgesammelte Regenwasser geht zwischen diese Hüllenblätter längs dem Stengel herab, der nächst unter der Blüthenstellung mit vier Rinnen versehen ist, mit je einer unter jedem Zwischenraume der Hüllenblätter.

Die Laubblätter sind bekanntlich entgegengesetzt und haben also nur zwei Blattzwischenräume. Unterhalb der Laubblattpaare finden sich auch demnach nur zwei Rinnen, je eine unterhalb jedes Zwischenraumes. Die Rinnen sind am oberen Theile des Stengels verhältnissmässig tief, kleiner aber und beinahe unmerklich am unteren Theile. Sie sind an der inneren Seite mit dichten, nach abwärts gerichteten Haaren versehen, die leicht genetzt werden, und dadurch dass sie an die Epidermis gedrückt sind, das Wasser leichter festhalten. In diesen Rinnen wird Wasser besonders leicht geleitet. Es kann sogar von einer Blattachsel nach aufwärts steigen in die oberstehende Rinne. Es wird in diesen Rinnen sehr lang festgehalten ohne abzudünsten und findet sich daher sehr reichlich da, wenn es auch schon von den übrigen Theilen der Pflanze verschwunden ist.

Lobelia Erinus. L.

Die langgestielten Blüthen sitzen vereinzelt in den Axillen der oberen Blätter. Der untere Theil des Blüthenstieles liegt mehr oder weniger eng an dem schmalen, etwas rinnenförmigen Blatte angedrückt, das an seiner Basis an jeder Seite oft ein oder zwei gerade ausstehende Haare trägt. Die ganze Blattachsel ist somit, ungeachtet der Einfachkeit der Anordnungen, vorzüglich geeignet das Regenwasser aufzusammeln, das zwischen dem Blatte, dem Blüthenstiele und dem Stengel, deren alle Theile leicht genetzt werden, festgehalten wird. Der unterste Theil des Blüthenstieles wird folglich von Wasser umschlossen, und bleibt, so lange als etwas Wasser an der Pflanze ist, am längsten in Berührung mit demselben. Eben an diesem Theile des Blüthenstieles finden sich zwei kleine Organe, je eines an jeder Seite, die gewöhnlich dunkelroth sind und schmalen Blattzähnen gleichen. Sie sind 0,5—1,5 mm. lang und ihre Breite beträgt ein Drittel von der Länge. Ihre Spitze, die nach vorne gebogen ist und dem Blüthenstiele eng anliegt, ist während trockener Witterung zusammengeschrumpft, schwillt aber in Berührung mit Regenwasser allmählich aus. Diese Organe sind die kleinen *Vorblätter*. Sie weichen indessen in ihrer anatomischen Structur beträchtlich von anderen Blattorganen ab. Der Epidermis der Unterseite fehlen Spaltöffnungen und es liegen dieser Epidermis am nächsten 1—2 Lager von chlorophyllführenden, gerundeten Zellen. Dagegen sind

die Spaltöffnungen sehr zahlreich an der Oberseite des Vorblattes, insbesondere gegen die Spitze, zwischen welcher und dem Blüthenstiele das Wasser am längsten bleibt. Unter dieser Epidermis findet sich ein Parenchym, gebildet aus kleinen, rundlichen, chlorophyll-freien Zellen mit einem dick-fliessenden Inhalte. Diese Zellen sondern einen klebrigen Stoff ab — wahrscheinlich Gummi-schleim mit Harz gemischt — der in den Räumen unterhalb der Spaltöffnungen angesammelt wird und sich sogar oft durch diese Öffnungen über die Oberseite des Organes ergiesst. Es ist hauptsächlich jene Eigenschaft dieses Stoffes anzuschwellen, welche die Vorblätter zu Organen des Aufsaugens macht, wenn sie von Wasser umschlossen werden. Eine merkliche Absonderung aus ihnen, während die Blüthen im Knospenstadium sind und die Blüthenstiele unentwickelt, habe ich *nicht* wahrnehmen können; es ist aber möglich dass eine solche vorkommt in wärmeren Gegenden oder nach langwieriger Dürre. Während die Blüthenknospen sehr klein sind, werden sie vornehmlich durch die über sie gefalteten Stützblätter geschützt, und wenn gleich die kleinen Vorblätter zu dieser Zeit den Blüthenknospen einigermassen Schutz gewähren mögen, so kann dies später nicht der Fall sein, nachdem die Blüthenstiele verlängert worden sind und auch die Vorblätter ihre volle Entwickelung erreicht haben, zu welcher Zeit auch die Secretbildung am grössten ist.

Die Blüthenstützblätter bilden einen sehr spitzigen Winkel gegen den Stengel, so dass alles Wasser zur Blattachsel leicht herabläuft. Sie sind selten gezähnelt; zuweilen finden sich aber 1—2 Zähne. Die unteren Blätter des Stengels aber, welche nicht blüthenstützend sind, liegen mehr horizontal und sind grösser und mit mehreren deutlichen herabgebogenen Zähnen versehen, deren Spitzen ungefähr das Aussehen und die Structur der Vorblätter haben. An diesen Zähnen sammelt sich auch ein Theil des Wassers, das auf die Blätter fällt, während der Überrest zur Blattachsel herabläuft, wovon aus er sich sehr bald längs dem Stengel nach unten verbreitet. Den Zweigen, die in diesen Blattachseln sitzen, fehlen auch jene oben beschriebenen Vorblätter, die bekanntlich nur den Achselorganen der Blüthe angehören.

Man könnte hier fragen, ob es nicht genügend wäre dies kleine Organ nur morphologisch zu erklären und es dann als ein rudimentäres Vorblatt aufzufassen, dessen Entsprechungen bei nahestehenden Pflanzen leicht aufgewiesen werden könnten. Aber ausserdem dass eine nur morphologische Erklärung in wissenschaftlicher Hinsicht unbefriedigend ist, finden sich hier so viele Umstände welche eine solche Erklärung unzu-

reichend erscheinen lassen, dass kein Zweifel obwalten kann, dass nicht die betreffenden Organe auch eine biologische Bedeutung haben. Denn erstens finden sich Spaltöffnungen an der Oberseite des Organes, die dem Blüthenstiele zugekehrt ist, was von morphologischem Gesichtspunkte aus nicht erklärlich ist; zweitens sind diese Spaltöffnungen Wasserporen, nicht Luftporen; drittens ist das Organ wasseraufsaugend mittelst der schwellenden Stoffe, die in demselben vorhanden sind und durch die Spaltöffnungen sich ausgiessen; und viertens sind diese Organe eben an dem Punkte placirt, wo die Regentropfen am längsten an der Pflanze haften bleiben.

Ein fernerer Beweis, dass jene Vorblätter wirklich eine biologische Rolle spielen und zwar eben die oben angedeutete, scheint mir aus dem Verhältnisse bei *Lobelia Dortmanna* L. hervorzugehen. Diese Art hat kleine gerundete Deckblätter, in deren Achseln die langgestielten Blüthen sitzen; aber an den Blüthenstielen finden sich *keine* Vorblätter, weder am oberen Theile noch am unteren, nicht einmal andeutungsweise, und jene wasserfesthaltenden, gerade herausstehenden Haare, welche sich an der Basis der Deckblätter bei L. Erinus fanden, fehlen hier gänzlich. Die Regentropfen werden auch nicht von dieser Pflanze festgehalten, die, *weil sie im Wasser wächst,* besondere Anordnungen zum Auffangen des Regens nicht braucht und nicht anwenden kann. Dagegen bei *Lobelia fulgens*, die nicht eine Wasserpflanze ist, sind die Vorblätter denjenigen der L. Erinus sowohl in Gestalt und Farbe als in Stellung gleich. Bei dieser Art aber bildet das Deckblatt mit seiner etwas umfassenden Basis kleine schalenähnliche Falten rings um die Vorblätter, welche dadurch vom Regenwasser umschlossen werden.

Ausser diesen Anordnungen hat L. Erinus auch feine glatte Rinnen am Stengel, je zwei unterhalb jedes Deckblattes, welche das überflüssige Wasser von einer Blattachsel nach den beiden nächstunteren leiten — eine Anordnung, die bei Pflanzen mit der Blattdivergenz $^2/_5$ sehr gewöhnlich ist.

Ich habe zwar nur Gelegenheit gehabt diese Pflanze im cultivirten Zustande zu studiren, aber an mehreren verschiedenen Orten und nach mehreren verschiedenen Regen, so dass ich gar nicht zweifle, dass sie auch im wilden Zustande sich gegenüber den herabfallenden Regentropfen auf hauptsächlich dieselbe Weise verhält.

Silphium ternatum Retz. **und perfoliatum.** L.

Bei diesen beiden Silphium-arten, die ich im botanischen Garten zu Upsala bei mehreren Regen zu studiren Gelegenheit gehabt habe, finden sich besonders augenfällige Anordnungen für das Aufsammeln des Regenwassers. Diese bestehen nämlich aus geräumigen und tiefen *Schalen,* welche gebildet werden sowohl von den stengelumfassenden Basen der opponirten Laubblätter als von den opponirten Hochblättern unterhalb der Blüthenstände. In diese grossen Schalen sammeln sich von den Blättern und den Blüthenständen aus beträchtliche Quantitäten von Wasser — mehrere Kubikcentimeter — und sogar 24 Stunden nach einem Regen kann man noch Wasser in ihnen antreffen, obgleich sie 10 bis 12 Fuss über den Boden erhöht und somit einer sehr starken Abdünstung ausgesetzt sind. Weil der Stamm dieser Pflanzen, obwohl einjährig, sehr fest ist, vermag der Wind nicht ihn so viel zu biegen, dass der Inhalt der Schalen sich ausleert.

Am Grunde dieser Schalen, folglich an demjenigen Theile wo das Wasser am längsten bleibt, finden sich kleine *kopfige Drüsenhaare;* diese sind gewöhnlich 4—5-zellig mit einer mehr oder weniger angeschwollenen Endzelle, die einen braun-gelben, in Wasser schwellenden und theilweise löslichen Stoff enthält und deren Membran derjenigen des *Geranium sylvaticum* in mancher Hinsicht ähnlich ist (siehe fig. 6, X, Pl. I). Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese Haare Organe zum Wasseraufsaugen. Der Umstand, dass sie einen klebrigen Stoff absondern, der mit Hülfe des Regens über die aus der Blattachsel hervorspriessende Knospe ausgebreitet wird, welche dadurch einen angemessenen Schutz gegen eine zu starke Abdünstung erhält, scheint zwar für eine verschiedene Deutung zu sprechen; aber dass sie *zugleich* eine andere Rolle spielen, geht daraus hervor, dass eine Knospe nur am Grunde gewisser Schalen gebildet wird, und daraus dass die Haare ihre eigentliche Entwickelung erreichen, erst nachdem jene Knospe einen so langen Stiel bekommen hat, dass sie hoch über die Wasserfläche in der Schale emporragt.

Nebst dem Regen sammelt sich in diesen Schalen, ausser den kleinen Mineralpartikeln des Staubes, eine Menge verschiedener organischer Stoffe, z. B. Pollenkörner und leichtere Pflanzentheile, todte Insecten u. s. w., welche bald mehr oder weniger vollständig aufgelöst werden. Ich wage nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob dies auf

einer Fermentabsonderung *aus den Schalen selbst* beruht, halte es aber für mehr wahrscheinlich, dass es von *Bacterium subtile* (Ehrb.) und anderen Bacterien verursacht wird, die hier immer und in grosser Menge auftreten und wahrscheinlich *nicht* ohne Bedeutung sind für die Pflanzen, welche in ihren Wasseransammlungen Überreste von Thieren und Pflanzen enthalten.

Endlich will ich auch nennen, dass ich bei den Exemplaren, die ich habe untersuchen können, in den Wasserschalen immer gut entwickelte und kräftig vegetirende Vorkeimfäden von Moosen mit Rhizoiden angetroffen habe, nebst einigen Algen, unter welchen eine Art von *Raphidium* besonders allgemein vorkam.

Cerastium vulgatum L.

Diese Pflanze gleicht *Stellaria media* durch ihren Wuchs, ihre opponirten Blätter und ihren Blüthenstand. Die Stellung im Verhältniss zum herabfallenden Regen ist folglich im Ganzen ungefähr dieselbe bei den beiden Arten, und der Blüthenstiel biegt sich auch bei *Cerastium vulgatum* nach der Bestäubung abwärts. Man sollte deshalb erwarten bei dieser Pflanze die für *Stellaria media* characteristischen einseitigen Haarränder wiederzufinden; der Stengel ist aber bekanntlich gewöhnlich an allen Seiten wollicht oder drüsenhaarig, was mir am ersten Anblicke nicht recht gut erklärlich schien in Hinsicht der Resultate, zu denen ich durch meine Untersuchungen von *Stellaria media* gelangt war. Indessen fand ich bei näherer Prüfung, dass *Cerastium vulgatum* die Frage von der Anpassung an Regen noch ferner bekräftigt und beleuchtet.

Wenn man einen Regentropfen in eine Blattachsel legt, so merkt man leicht, dass das Wasser sich allmählich vermindert und endlich schwindet, was doch allzu schnell geschieht um auf Abdünstung zu beruhen. Jedoch bleibt das nächstuntere Internodium anscheinend trocken, wenigstens wird das Wasser nicht zwischen die Drüsenhaare abgeleitet — die Exemplare welche zu untersuchen ich Gelegenheit gehabt habe, hatten nämlich drüsenhaarige Stengel. Indessen findet man bei microscopischer Untersuchung von einem Stengel, dass längs der einen Seite desselben ein sehr *feiner Rand* — ähnlich wie bei *Stellaria media* — von einem Zwischenraume der Blätter zur unterliegenden Blattachsel herabgeht, welcher Rand aus dichten, kleinen,

2- bis 3-zelligen, dünnwandigen, abwärts gekehrten Haaren gebildet ist. Diese Haare sind bedeutend kürzer als die dickwandigen Drüsenhaare, welche gerade abstehend sind. Hiedurch wird der feine Haarrand verborgen und das unbewaffnete Auge entdeckt ihn nur mit Schwierigkeit. Dieser feine Rand — nicht aber die übrige Epidermis der Pflanze — wird von Wasser leicht benetzt, das sich zwischen die Härchen mit grosser Schnelligkeit verbreitet, wenn auch die Wassermenge gering ist. Ich habe nicht bei irgend einer anderen Pflanze eine so schnelle Wasserverbreitung in Haarrändern wahrgenommen.

Auch längs der einen Seite des Blüthenstieles geht ein solcher feiner Haarrand. Es kann indessen sein, dass der Zweck der Herabbiegung der Blume nach der Bestäubung, sowohl bei *Stellaria media* wie bei *Cerastium vulgatum*, *nicht allein* der ist, diesem Organe eine vortheilhafte Stellung im Verhältniss zu dem herabfallenden Regen zu geben. Es wird damit, wie aus einem Vergleiche mit mehreren anderen Pflanzen, die derselben Familie gehören, *zugleich* darauf abgezielt sein, der Frucht einen passenden *Schutz während des Reifens* zu verschaffen. Denn dadurch dass die bestäubte Blume sich abwärts neigt, fällt sie minder auf und entgeht leichter der Aufmerksamkeit ihrer Feinde. Die Früchte der höheren Pflanzen bereiten sich nämlich auf verschiedene Weise Schutz während ihres Reifens. Ich habe Gelegenheit gehabt an mehreren Pflanzen dies Verhältniss zu constatiren, auf das Herr Professor TH. FRIES meine Aufmerksamkeit freundlichst gelenkt hat. Es neigt sich z. B. bei *Sagina procumbens* die Blüthe nach der Befruchtung abwärts, die Biegung geschieht aber nicht an der Basis des Blüthenstieles, wie bei *Stellaria media*, sondern höher hinauf an demselben, dicht unterhalb der Blüthe; bei *Anagallis arvensis* wird der Blüthenstiel verlängert und biegt sich dergestalt, dass die heranreifende Frucht unterhalb der Laubblätter versteckt wird. Dies steht, so fern ich habe finden können, in gar keinem Zusammenhange mit dem Regen. Wenn aber demnach die *Biegung* des Blüthenstieles bei *Stellaria media* und *Cerastium vulgatum* nicht *allein* auf den Regen abgesehen ist, steht doch jene *Richtung*, worin die Biegung geschieht — d. i. nach der Seite hin wo das nächstuntere Internodium keinen Haarrand hat — sowie der Haarrand des Blüthenstieles in Zusammenhang mit den Anordnungen für das Auffangen des Regens.

Die Bedeutsamkeit der grossen, grade abstehenden Drüsenhaare des *C. vulgatum*, deren untere Zellen besonders dickwandig sind, darf wahrscheinlich in der klebrigen Absonderung der Kopfzelle gesucht werden, welche die Pflanze gegen hinaufkriechende Thierchen schützt; denn

der Stengel ist oft von getödteten Thierchen bedeckt. Es ist auch wahrscheinlich, dass jene Haare durch die physikalischen Eigenschaften ihrer Absonderung auf die eine oder andere Weise die Wasservertheilung reguliren und dass sie in irgend einer Relation zum Thau und zu der Feuchtigkeit der Luft stehen; denn sie fehlen öfters bei denjenigen Varietäten (C. holosteoides Fr.), die an feuchten Orten vorkommen. Übrigens variirt *C. vulgatum* eben so sehr, wie die äusseren Verhältnisse, worin es lebt, einander unähnlich sind. Ich habe noch nicht meine Untersuchungen abgeschlossen über den näheren Zusammenhang zwischen der Haarbekleidung dieser Art und dem Feuchtnissgrade der umgebenden Luft.

Vaccinium Vitis idæa L.

Das Regenwasser, welches auf das Blatt fällt, verbreitet sich zuerst an der Oberseite desselben, benetzt sie aber nicht überall — wenigstens nicht sogleich — sondern sammelt sich allmählich theils an der Basis längs dem etwas eingesenkten Mittelnerven, der mit feinen, halbcirkelförmig gebogenen, wasserfesthaltenden Haaren besetzt ist, theils und zwar hauptsächlich *an der Unterseite des Blattes*, wo es über den herabgebogenen, gerundeten *Rand* hinüber sehr leicht kommen kann. Diese Unterseite wird besonders leicht genetzt und das Wasser verbreitet sich schnell über dieselbe; der herabgebogene Rand macht sie ausserdem noch mehr fähig sowohl Wasser als andere durch Spritzen oder von der Oberseite her dahingebrachten Stoffe festzuhalten. Das Wasser sammelt sich besonders in den *Grübchen*, die sich an der Unterseite befinden. In der Mitte jedes solchen Grübchen und folglich von Wasser so lange, als nur etwas davon am Blatte bleibt, umgeben, findet sich eine keulenförmige *Drüsenzotte*, aus vielen kleinen Zellen gebildet, welche eine klebrige schwellende Substanz enthalten und absondern. Diese Haargebilde sind nicht gerade abstehend, sondern neigen sich gegen die Epidermis; dadurch sammelt sich das Wasser noch besser um sie her, denn sie werden gleichwie die angrenzende Epidermis leicht von Wasser genetzt. An älteren Blättern und nach langer Dürre werden sie braun und zusammengeschrumpft, *persistiren* aber und schwellen wieder aus, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen. Diese Anschwellung wird noch erhöht

dadurch, dass das Sekret sehr viel Gärbesäure enthält, was daraus hervorgeht, dass es bei Zusatz von Kalibikromat sich stark braun färbt.

Diese Haare (an der Unterseite der Blätter) haben wahrscheinlich auch den Zweck Thau und Feuchtigkeit aus den Luftschichten, die dem Boden am nächsten liegen, aufzusaugen.

Syringa vulgaris L.

Die opponirten Blätter tragen längs den Nerven, besonders an der Basis, und an den rinnenförmigen Blattstielen, gestielte Drüsenhaare, welche ein reichliches, schleim- oder gummi-artiges Sekret absondern. Ausserdem sind die Blätter sowohl an der Oberseite wie an der Unterseite mit anliegenden knopfähnlichen Drüsenschuppen dicht besetzt, deren Sekret jedoch nicht mit derselben Leichtigkeit genetzt wird. Das Regenwasser wird an den Blättern besonders längs dem Mittelnerven festgehalten, von woher es in der Rinne des Stieles nach der Blattachsel geleitet wird. Das Wasser, das nicht in der Achsel bleibt, läuft von da längs den Drüsenrändern herab, welche unterhalb der beiden Zwischenräume der Blätter, folglich *an zwei Seiten des Stammes*, vorhanden sind. Diese Seiten werden leicht benetzt, die übrigen können dagegen das Wasser weder festhalten noch leiten. Sogar an solchen älteren, mit Blättern versehenen Sprossen, deren Haare abgefallen, werden gewöhnlich nur diejenigen Seiten benetzt, welche unterhalb der Blattränder liegen. Auch die Hauptaxe des Blüthenstandes hat eine Andeutung von zweiseitigen Drüsenrändern.

Das längs diesen Blattstielen und Zweigen laufende Wasser enthält eine nicht unbedeutende Quantität von aufgelöstem Schleim oder Gummi-schleim, wie man bei einer Abdünstung leicht ersehen kann. Indessen wird das festgehaltene Regenwasser nicht nur dazu dienen, diese Secretionen von den Drüsenhaaren wegzuführen, sondern auch dazu, sie über solche Theile zu verbreiten, die nach dem Regen gegen eine zu starke Transpiration geschützt werden sollen. Vollkommen entwickelte Blätter haben die Spitze abwärts gerichtet und ein grosser Theil des auf sie fallenden Wassers sammelt sich an der Spitze, von wo es tropfenweise herabfällt [1]). Indessen fallen wegen der gegenseitigen Stellung

1) Auf eben dieselbe Weise verhalten sich viele von unseren gewöhnlichen Bäumen und Sträuchern, z. B. Acer, Ulmus, Tilia, Prunus Padus u. a.

der Blätter und Zweige die meisten Tropfen nicht direkt auf den Boden, sondern auf untersitzende Blätter, an deren Spitzen sie sich wiederum ansammeln. Auf diese Weise wird das eine Blatt nach dem anderen gewaschen.

Diese Pflanze ist *nicht* eins von den besseren Beispielen von solchen Pflanzen, welche Anordnungen besitzen in Hinsicht auf den Regen. Im Gegentheil ist sie ein ziemlich zweifelhaftes Beispiel, weil die obengenannten Anordnungen bisweilen rudimentär sind. Ich habe sie aber angeführt hauptsächlich um darauf hinzuzeigen, dass Stämme, deren Epidermis beim ersten Anblicke an allen Seiten gleichartig scheint, sich dennoch ungleich verhalten können in Hinsicht auf die Fähigkeit der Cuticula genetzt zu werden.

Ajuga reptans L.

Die Blätter, welche an der Oberseite gegen die Spitze kahl, am Grunde aber haarig sind, sind bekanntlich opponirt und tragen an den eingesenkten Nerven liegende Haare, die leicht benetzt werden. Dadurch und durch die Stellung der Blätter wird das Wasser nach der Blattachsel geleitet, wo es sich ansammelt und an der schalenförmigen Blattbasis festgehalten wird, welche am Rande mit ausgesperrten Haaren versehen ist, die das Wasser hindern sich auf die Unterseite der Blätter zu verbreiten. Unterhalb der Blätter erscheint der viereckige Stengel kahl, und wird nicht von Regenwasser benetzt; dagegen dringt das Wasser mit Leichtigkeit in die *haarbekleideten Rinnen*, welche *unterhalb der Zwischenräume der Blätter* vorhanden sind und leicht genetzt werden.

Die Haargebilde der Rinne sind zweierlei Art, 1) lange, dünnwandige, mehrzellige, Haare mit oder ohne secretführenden Kopf, denen der Stellaria media ähnlich, und 2) halbkugelförmige, ein- oder zwei-zellige, kurze Kopfhaare, welche denen des Melampyrum gleichen. Die letzteren kommen auch an den kahlen Seiten des Stengels vor und es ist deswegen ungewiss, ob sie hier, sowie bei *Melampyrum*, in irgend einem Verhältniss zu dem herabfallenden Regen stehen.

Die kriechenden Ausläufer sind undeutlich viereckig und mangeln sowohl Rinnen als Haarränder. Wegen der Stellung dieser Zweige und ihrer Blätter wären solche auch ohne Nützen für die Pflanze.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt diese Pflanze in der freien Natur zu untersuchen, sondern nur im botanischen Garten zu Upsala

nach mehreren verschiedenen Regen. Wie sie sich da gezeigt hat, bietet sie indessen eins der besseren Beispiele von deutlichen Anordnungen für den Regen, sowohl durch die Gestalt und Haarbekleidung der Blätter und die Rinnen des Stengels, worin das Wasser sich leicht verbreitet, als durch die augenscheinliche Verschiedenheit zwischen denjenigen Seiten des Stengels, welche benetzt werden, und denen welche nicht benetzt werden, sowie auch durch die Abwesenheit ähnlicher Anordnungen an den niederliegenden Zweigen.

Anordnungen, welche denjenigen ähnlich sind, die bei den oben angeführten Pflanzen beschrieben worden, sind bekanntlich gar nicht selten bei anderen Phanerogamen. Ich habe auch bei mehreren von diesen mehr oder weniger entsprechende Bildungen gefunden und Gelegenheit gehabt zu sehen, wie auch diese während des Regens und nach dem Regen fungiren. Da aber eine ebenso ausführliche Beschreibung aller dieser Pflanzen oft nur eine Wiederholung des oben Gesagten geworden wäre, habe ich vorgezogen jene Pflanzen in systematischer Ordnung zusammenzustellen und nur das Hauptsächlichste meiner Beobachtungen in der Kürze anzugeben. Ein Theil dieser Beobachtungen ist von mir gemacht worden im Sommer 1883, wo ich mit Unterstützung der königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm in der nördlichsten Provinz Schwedens pflanzenbiologische Studien trieb. Betreffs mehrerer (der mit ? bezeichneten) von den angezogenen Beispielen bin ich sehr zweifelhaft, ob sie wirklich in Bezug auf die vorliegende Frage anzuführen sind. Der Grund dieses Zweifels liegt theils darin, dass die Anordnungen selbst bisweilen undeutlich sind, man könnte vielleicht am richtigsten *rudimentär* sagen, theils darin dass die betreffenden Pflanzen sich in dieser Hinsicht besonders variabel zeigen, theils endlich in dem Mangel an hinreichender Gelegenheit sie unter passenden Umständen zu studiren. Indessen habe ich sie angeführt eben um darauf hinzuzeigen, dass Variationen, möglicherweise auch rudimentäre Anordnungen, auf diesem Gebiete vorhanden sind.

Aus verschiedenen Ursachen ist die Zahl der Figuren eine sehr beschränkte; da aber ein grosser Theil der angeführten Beispiele, deren Beleuchtung mittelst Figuren vielleicht nützlich gewesen wäre, von gewöhnlichen, leicht zugänglichen Pflanzen hergenommen ist, und sogar

ein flüchtiger Blick auf diese Pflanzen bei und nach Regen meine Darstellung besser als alle Figuren illustrirt, habe ich jenen Mangel als weniger fühlbar betrachtet.

Es wäre allerdings verlockend gewesen, auch eine Menge von Treibhauspflanzen und Herbarium-exemplaren geholter Beispiele hier aufzunehmen. Da aber die wiederholte Bespritzung mit hartem Wasser, welche den Treibhauspflanzen zu Theil wird, verursacht, dass ihre Epidermis mit fremden Stoffen überzogen wird und am Ende keinen Unterschied zeigt zwischen den Theilen, welche benetzt werden und denjenigen welche sonst nicht benetzbar sind, habe ich es für nöthig befunden diese Pflanzen gänzlich auszuschliessen. Wiederum die Herbarium-exemplare lassen uns in Ungewissheit über die gegenseitige Stellung der Pflanzentheile und sind deswegen für unseren Zweck ganz und gar unanwendbar. Das folgende Verzeichniss kann darum keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen; es umfasst nur diejenigen hierher gehörenden Pflanzen, welche ich in ihrem wilden Zustande oder in ihren normalen Verhältnissen zu passenden Zeiten (bei Regen) habe untersuchen können. Ich wage indessen vorauszusagen, dass unzählige andere und zwar sehr interessante hierher gehörende Anordnungen sich werden auffinden lassen, namentlich innerhalb der Pflanzengebiete wärmerer Gegenden. Was hinsichtlich mehrerer Bromeliaceen, Labiaten, Rubiaceen, Malvaceen, etc. schon bekannt ist, berechtigt vollständig eine solche Annahme.

Die mit H. U. (Hortus Upsaliensis) bezeichneten Pflanzen habe ich nach Exemplaren im botanischen Garten zu Upsala beschrieben.

II

VERZEICHNISS ANDERER REGENAUFFANGENDEN PFLANZEN, SYSTEMATISCH GEORDNET.

Compositæ.

Mulgedium alpinum Less. An den stengelumfassenden Blattzipfeln wird Regenwasser angesammelt; es wird auch an der Oberseite der Blätter von den haarigen Nerven festgehalten. Die Drüsenhaare des Stengels innerhalb des floralen Theiles der Pflanze haben den Zweck gegen hinaufkriechende Thierchen zu schützen.

? *Matricaria inodora* L. Wahrscheinlich leisten die schmalen, unten rinnenförmigen Blattzipfel Dienst als Wasseraufsammler; denn es

wird in diesen Rinnen eine Menge von Stoffen angehäuft, die eben vom Regen dahingebracht sind.

? *Achillæa millefolium* L. Der Regen wird in den haarigen Rinnen längs den Stengel geleitet.

? *Solidago virgaurea* L. Nebst dem Regen werden in der Blattachsel die von der Spreite weggewaschenen Stoffe gesammelt.

? *Tagetes patula* L. Die Furchen am Stengel sind wasserleitend. Cult.

Carlina acaulis L. Diese Art schliesst bekanntlich (gleichwie C. vulgaris) ihre Blüthenköpfe bei Regenwetter. Dies geschieht, wie DETMER gezeigt hat [1]), dadurch dass die inneren glänzend weissen Involucralblätter sich über die Blüthen legen, wenn ein Wassertropfen mit der Mitte ihrer Rückseite in Berührung kommt. Es besteht nämlich daselbst die Epidermis aus kleinen Zellen, mit permeabler *dünner* Membran und einem braunen oder violetten, schwellenden Inhalt, wodurch sie besonders geeignet sind Wasser festzuhalten und aufzunehmen. Diese kleinen Zellen sind bei trockenem Wetter dicht angedrückt an die unterliegende Zellenschicht, was der ganzen Epidermis das Aussehen eines dicken schwellenden Häutchens giebt. Die nach aussen gewendete Membran ist öfters zerrissen, so dass der Zellinhalt in direkte Berührung mit dem Wasser kommt. Dieser Epidermis liegen am nächsten 2—3 Schichten von mehr dickwandigen Zellen ohne Zwischenräume; diese Zellen ziehen leicht Wasser an sich an, wodurch ein Schwellen entsteht und eine damit verbundene Spannung. Die den Blüthen zugekehrte Seite besteht aus *luftführenden dünnwandigen* Zellen, deren Membranen nicht merkbar anschwellen bei Berührung mit Wasser. Ausser diesen drei verschiedenen Zellgeweben zeigt ein Querschnitt auch den Durchschnitt von 4—8 Gefässbündeln, deren Gefässe indessen bedeutend degradirte Wände haben und zuweilen gänzlich schwinden; sie sind von luftführenden Zellen umgeben; jedoch erstreckt sich öfters jenes oben beschriebene wasseraufsaugende Gewebe unterhalb der Epidermis der Rückseite bis nach ihnen.

Die Anpassungen an den Regen oder den Thau, so wie an die Feuchtniss der Luft, welche meiner Ansicht nach hier vorhanden sind, sind 1) die leicht benetzbare Epidermis an der Mitte der Rückseite dieser Blätter mit ihren kleinen Zellen, die mit einem turgescenten Inhalte gefüllt und mit einer dünnen permeablen Membran bekleidet sind, und 2) das

---

1) Siehe DETMER, Pflanzenphysiologie 1883 p. 113.

nächst unterliegende Zellgewebe mit wasseraufsaugenden schwellenden Wänden, das die Bewegungen jener Blätter verursacht. Bemerkenswerth erscheint es auch, dass der auf diese Weise aufgefangene Regen (oder Thau oder die Feuchtniss der Luft) eine besondere Bedeutung hat — nämlich diejenige eine Bewegung zu verursachen — welche das mittelst der Wurzel aufgenommene Wasser nicht besitzen *kann*, weil es bis nach jenen Theilen nicht hervordringen kann, und offenbar auch nicht passend besitzen würde. Es ist eigenthümlich, dass diese Anpassung *an* den Regen am Ende darauf hinausgeht, andere Theile *gegen* den Regen zu schützen.

Ich kann nicht umhin noch ferner mit einigen Worten diese Blätter zu berühren, welche, wie einfach sie auch immer sind, dennoch besonders geeignet scheinen den Zusammenhang zwischen dem anatomischen Bau eines Organes und dessen Funktion zu beleuchten. Denn wenn ein Organ eine geringe Anzahl von Aufgaben hat, welche unbestreitbar sind und nicht complizirt, werden seine Gewebe in demselben Grade einfach und leicht begreiflich. Das ist auch hier der Fall. Jene Blätter haben nämlich, so fern ich habe finden können, keine anderen Aufgaben als 1) durch eine glänzende Farbe Insecten anzulocken, und 2) der Blüthe durch eine Bewegung Schutz während schädlichen Wetters zu bereiten. Wenigstens kann hier nicht die Frage sein von irgend einer Aufgabe in Bezug auf die Ernährung, weil, wie es oben gesagt wurde, keine Zuströmung von Saft stattfindet von der Pflanze aus nach dem völlig entwickelten Involucralblatte, wodurch jene complizirten Verhältnisse ausgeschlossen sind, welche mit einem Stoffwechsel verbunden sind. Darum behalten sie auch ihre Eigenschaften, wenn sie von dem Blüthenstande losgemacht werden. Die anatomischen Diffenzirungen jener Organe sind auch deutlich eben für die obengenannten Verhältnisse sehr passend: die luftführenden Zellen der Oberseite bewirken eine Refraction des Lichtes, durch welche der Blüthenstand besonders in die Augen fällt; die Epidermiszellen der unteren (äusseren) Seite mit ihren dünnen, permeablen, benetzbaren Wänden und ihrem turgescenten Inhalt sind vorzüglich geeignet die Wassertropfen festzuhalten und aufzusaugen, und die nächstliegenden dickwandigen Zellen verursachen durch ihr Aufsaugen des Wassers und ihre damit verbundene Erweiterung jene Spannung des Gewebes, welche die nächste Veranlassung der Bewegung ist. Dass diese Bewegung eben durch *jenes* Anschwellen des Gewebes veranlasst wird, geht daraus hervor, dass sie eintritt, wenn auch die Epidermis der Rückseite abgeschabt wird, was man sehr leicht thun kann. Freilich finden sich in

dem *jungen* Involucralblatte 5—8 Gefässbündel mit deutlichen Spiralgefässen, aber die Membranen dieser Gefässe werden degradirt und besitzen in dem ausgewachsenen Blatte keine Bedeutung als Leitungsgewebe. Alle diejenigen Gewebe, welche den untersten Theil des Blattes bilden, werden auch verändert, so dass sie nicht Wasser resorbiren, wodurch die Wasserzufuhr aus dem Blüthenstande ganz und gar abgebrochen wird. Ein speciell mechanisches Gewebe ist nicht hier vorhanden.

Ob es bei C. acaulis noch anderweitige Anordnungen zum Auffangen des Regens giebt, welche mit den obengenannten zusammenhangen, z. B. an den Laubblättern und den äusseren Involucralblättern, bin ich nicht im Stande gewesen zu entscheiden, weil ich keine Gelegenheit hatte die betreffende Pflanze in lebendigem Zustande zu studiren [1]).

Valerianaceæ.

Valeriana officinalis L. Das Regenwasser läuft von den treppenförmig gestellten Blattzipfeln in der rinnenförmigen Rhachis nach der mehr oder weniger scheidenähnlichen Blattachsel. Die Haare an den Noden des Stengels sind dagegen da um gegen hinaufkriechende Thierchen zu schützen.

Caprifoliaceæ.

Linnæa borealis L. Es ist mir höchst wahrscheinlich, dass die beiden obersten Bracteen, welche die reifende Frucht umschliessen, dem Regenaufsaugen dienen, ausserdem dass sie eine Rolle spielen bei der Verbreitung der Samen. Denn die grossen Drüsenhaare halten das Wasser fest und ihr Inhalt ist schwellend. Nach einem Regen sind jene Blättchen sehr nass, wenn auch das Wasser schon abgedünstet hat von den übrigen Theilen der Pflanze. Auch scheint es mir bemerkenswerth, dass im Sommer 1883, wo in der letzten Hälfte von Juni und in ganzem Juli während sechs Wochen eine ununterbrochene Dürre an mehreren Orten im Küstenstriche Westerbottens herrschte, alle Früchte der Linnæa hier fehlschlugen, obschon die Pflanze im Übrigen keinen nachtheiligen Einfluss der Dürre zeigte, während im Binnenlande und Lappland, wo Regen häufig fiel, eine reichliche Fruchtsetzung Statt fand.

1) Herr C. O. Schlyter in Gefle hat die Güte gehabt mir auf meine Bitte Exemplare dieser Pflanze behufs meiner Untersuchungen mitzutheilen.

Diese Hochblätter bieten freilich eine sehr kleine Fläche dem fallenden Regen dar, dadurch aber, dass die Blüthen herabgebogen sind, bilden sie gleichwie ein Dach über der Frucht, und ihre nach oben gekehrte Unterseite ist dann concav und, wie gesagt, nach Regen immer wasserführend. Die Samen ertragen auch bekanntlich nicht ausgetrocknet zu werden (Siehe Wittrock, Linnæa borealis, Separat. pag. 5). Die Laubblätter der Linnæa sind, gleich denen der Stellaria media, an der Basis und am Stiele mit einer Reihe von Haaren versehen, welche leicht genetzt werden, wodurch eine grössere Quantität Wasser in der Blattachsel festgehalten wird. Diese Anordnung ist jedoch hier weniger deutlich und Haarränder am Stengel sind nicht vorhanden.

? *Lonicera coerulea* L. Die Blätter sind oft etwas *schalenförmig*, so dass ein Regentropfen an der Mitte des Blattes festgehalten wird; doch werden sie nicht von Wasser benetzt. In den Blattachseln bleibt nicht Wasser haften, weil die Nebenblätter herabgebogen sind und nicht genetzt werden. Cult.

Rubiaceæ.

Galium boreale L. Wasser sammelt sich und wird festgehalten in den Blattachseln ringsum den Stengel, wo leicht benetzbare Haargebilde vorhanden sind. Mehrere andere Arten von Galium und *Asperula odorata* verhalten sich auf dieselbe Weise.

Lentibulariaceæ.

Pinguicula vulgaris L. fängt an der Spreite innerhalb der aufgebogenen Blattränder eine nicht unbedeutende Menge Regenwasser auf, das absorbirt werden kann. Ob dies irgend eine Bedeutung hat für die Pflanze in Bezug auf das Nutzbar-machen der gefangenen Thierchen, habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen, halte es aber nicht für unwahrscheinlich.

Labiatæ.

Eine grosse Zahl Arten, die dieser Familie gehören, besitzen Anordnungen, welche beinahe völlig mit denen übereinstimmen, die bei Ajuga reptans vorkommen (siehe p. 31). Jene Pflanze ist nämlich in dieser Hinsicht für die Familie der Labiaten typisch wegen ihrer am

Grunde behaarten Blätter und wegen ihrer Internodien, die unterhalb der Zwischenräume der Blätter haarig und rinnenförmig, unterhalb der Blätter selbst aber kahl sind. Am öftesten sind zweierlei Haargebilde da. In wiefern die Drüsenhaare immer eine nennenswerthe Rolle spielen in Zusammenhang mit dem auffallenden Regen, lasse ich doch dahingestellt sein; sie kommen nämlich sehr oft auch an der Seite des Stengels vor, die nicht genetzt wird. Es sind hauptsächlich die langen saftführenden Haare, welche zum Festhalten, Leiten u. s. w. des Wassers beitragen. Folgende Labiaten mit deutlichen ähnlichen Anordnungen für Regenaufnahme mögen hier beispielsweise genannt werden.

Prunella vulgaris L. Die Haare sitzen vorzugsweise an den Kanten der Rinne.

Ajuga pyramidalis L. Deutliche haarige Rinne, aber auch einige zerstreute Haare an der Unterseite der Blätter; variabel.

Mentha silvestris L. Die Blätter sind kurzgestielt und die Ränder derselben am Grunde behaart (= Ajuga reptans); bei

Mentha viridis L. (? nach Ex. in H. U.) dagegen, wo die Basen der opponirten, ungestielten Blätter theilweise einander decken, wird das Wasser von diesen festgehalten; die Haare werden dadurch überflüssig und fehlen auch.

Scutellaria altissima L. Die Ränder der Rinnen schwellen durch Regen deutlich an. (H. U.).

Salvia pratensis L. *β. lupinoides.* Der Stengel ist allseitig behaart, aber bedeutend mehr unterhalb der Zwischenräume der Blätter. (H. U.).

Lamium album L. und *purpureum* L. Die Blattstiele sind am Rande behaart (= Ajuga reptans); unterhalb der Zwischenräume der Blätter finden sich oft Haarrinnen, welche leicht genetzt werden. Diese Pflanzen variiren bekanntlich sehr in Bezug auf die Haarbekleidung des Stengels (= *Lamium longiflorum* Tenor. u. andere Arten von Lamium im H. U., *Galeopsis versicolor* Curt., *Tetrahit* L. u. s. w.).

Scrophulariaceæ.

Hierher gehörende Arten mit opponirten Blättern gleichen oft den obengenannten Labiaten durch Rinnen und Haarbekleidung unterhalb der Zwischenräume der Blätter. (Siehe übrigens *Melampyrum sylvaticum* und *pratense* pag. 11).

Rhinanthus minor Ehrh. Das von oben herabfliessende Wasser wird in dem einen Blattachselpaare nach dem anderen aufgesammelt. In den *Rinnen* finden sich feine weiche Haare, bisweilen in eine Reihe längs der Mitte der Rinne geordnet. Die kahlen Seiten des Stengels werden gar nicht benetzt.

Rhinanthus major Ehrh. Der vorhergehenden Art ähnlich, mit *deutlichen* wasserleitenden Rinnen.

Bartsia alpina L. hat deutliche Haarränder, längs denen das Wasser sich leicht von Haar zu Haar verbreitet. Sie ist zuweilen verzweigt; dann werden die Haarränder der Zweige besonders deutlich, die Blätter ganzrandig und gegen die Basis hin schalenförmig. Ich hatte Gelegenheit diese Pflanze im Sommer 1882 in den Gebirgsgegenden von Jemtland mehrmals nach Regen zu studiren; sie war es auch, die mich auf den Weg brachte die betreffenden Bildungen als Anordnungen für Regen zu erklären.

Pedicularis palustris L. Variabel. Die Hauptaxe hat gewöhnlich oben drei Rinnen, welche dadurch entstehen, dass von den Noden der zerstreuten Blätter aus an jeder Seite des Stengels eine Kante herabläuft, die im Verein mit der von einem über- oder untersitzenden Blatte ausgehenden Kante eine Rinne bildet. Diese Rinne ist gewimpert. Die Seitenaxen dagegen haben oft opponirte Blätter und zwei Rinnen.

? *Pedicularis Oederi* Vald. Das Wasser bleibt hauptsächlich an den treppenweise angeordneten Blattzipfeln haften.

Euphrasia vulgaris L. Der Stengel ist an allen Seiten behaart, am meisten jedoch unterhalb der Zwischenräume der Blätter. Es zeigt sich also eine Andeutung von Haarrändern.

Veronica Chamædrys L. hat *deutliche* Haarränder, welche nach Regen nicht wenig Wasser festhalten.

Veronica officinalis L. var. *glabrata* Frist. Stengel zweiseitig behaart; sogar die Hauptart hat öfters eine Andeutung von dichterer Haarbekleidung am Stengel unterhalb der Zwischenräume der Blätter als unterhalb der Blätter.

Veronica latifolia L. Der Stengel hat Ränder von feinen krummen Haaren unterhalb der Zwischenräume der Blätter; er ist am öftesten kahl unterhalb des untersten Blattpaares. (H. U.).

Veronica austriaca L. Wie die vorhergehende. (H. U.).

Veronica prostrata L. hat Haarränder wie die vorhergehenden; der Stengel ist aber auch unterhalb der Blätter deutlich haarig; diese Haare sind kürzer. (H. U.).

?? *Veronica grandis* Fisch. und *incisa* Ait. Blattstiel rinnenförmig, gewimpert, wasserfesthaltend; weder Rinne noch Haarrand am Stengel (H. U.). *Veronica excelsa* Desf. Die Basis der Blätter ist am Rande behaart; Stengel kahl (H. U.). *Ver. ceratocarpa* C. A. Mey. Stengel allseitig behaart; wird an allen Seiten von dem Wasser benetzt, das sich von den Blattachseln aus abwärts verbreitet. (H. U.) *Ver. alpina* L. Das Wasser haftet an den Blattachseln.

? *Scrophularia luridiflora* hat Quirle von drei Blättern und am Stengel einen Rand unterhalb jedes Zwischenraumes der Blätter. (H. U.)

Alonsoa spec. Deutliche Rinnen, die leicht genetzt werden.

Solanaceæ.

Solanum tuberosum L. Das Regenwasser wird an den eingesenkten Blattnerven und den Haarrändern des Stengels festgehalten. Die Pflanze bekommt nach Regen ein sehr frisches Aussehen und einen hohen Grad von Turgescenz. Cult.

Asperifolieæ.

Cynoglossum linifolium L. Die schalenförmigen Früchte sind nach Regen immer mit Wasser gefüllt. Es ist besonders bemerkenswerth, dass diese Früchte, und zwar vorzugsweise die innere Seite der Schalen, die *einzigen* oberirdischen Theile der Pflanze sind, welche genetzt werden. Die anderen Theile sind alle mit Wachs überzogen, so dass kein Regen an ihnen haften kann. Wenn die Früchte während des Reifens nicht nach oben, sondern seitwärts gerichtet sind, biegen sich die ursprünglich nach unten gewendeten Kelchblätter öfters gerade seitwärts, was das Auffangen und Festhalten des Regens in höherem Masse ermöglicht. Die hakenförmigen Haargebilde an der Kante der Schale sind Verbreitungsmittel; auch die Schalenförmigkeit der Frucht dürfte der Verbreitung mittelst des Windes dienlich sein; dass sie aber zugleich dem Regenauffangen angepasst ist, scheint mir unzweideutig hervorgehen 1) daraus dass die innere Seite der Schale leicht benetzt wird und eine deutlich schwellbare Membran hat, 2) aus der Thatsache dass die Fruchtschalen immer nach Regen von Wasser voll sind, und endlich 3) aus der obengenannten veränderten Stellung der Kelchblätter. Die Beobachtungen sind zwar nur an cultirirten Exemplaren gemacht, aber an mehreren verschiedenen Orten und nach mehreren Regen.

Hydrophyllaceæ.

Hydrophyllum virginicum L. Die Individuen dieser Pflanze, welche im botanischen Garten zu Upsala im Freien cultivirt vorkommen, scheinen auf eine eigenthümliche Weise ihren Gattungsnamen zu rechtfertigen, obschon dieser Name gebildet wurde mit besonderer Hinsicht auf die Lebensverhältnisse einer anderen Art. Die untersten Zipfel der fiederförmig gespaltenen-getheilten Laubblätter sind nämlich, besonders vor der Blüthezeit, über den Blattstiel zusammengebogen. Hiedurch wird das Wasser an der Spreite festgehalten, und dadurch dass die anderen Zipfel etwas nach oben gerichtet sind, bildet das ganze Blatt trotz den tiefen Einschnitten eine flache Schale, welche eine nicht unbedeutende Quantität Wasser festhält. Das Wasser benetzt die ganze Oberseite der Blätter, die mit kurzen, anliegenden Haaren besetzt ist. An denjenigen Blättern, welche etwas älter sind, sind die Zipfel nicht gegen einander gebogen, sondern das Regenwasser fliesst längs dem rinnenförmigen, mit zerstreuten Haaren besetzten Blattstiele nach dem Stengel herab, welcher mit zwei wenig behaarten Rinnen versehen ist, von denen je eine von jeder Seite des Blattstieles ausgeht und in die nächstuntere Blattachsel ausläuft. Ich habe das an dieser Pflanze aufgesammelte Wasser bis 24 Stunden nach dem Regen daliegend gefunden, und es giebt unter den Pflanzen, welche im botanischen Garten zu Upsala im Freien wachsen, keine die so lange Wasser festhalten wie die Arten von Silphium und diese Art von Hydrophyllum. Indessen habe ich nur Gelegenheit gehabt einige wenige Exemplare zu untersuchen. Wie sie sich in ihrer Heimath verhält und unter welchen äusseren Verhältnissen sie dort auftritt, kenne ich nicht.

Polemoniaceæ.

Phlox paniculata L. Der Stengel hat feine Ränder von kurzen Haaren, die nach Regen abwärts gekehrt sind. (H. U.)

Apocynaceæ.

? *Vinca minor* L. hat am Stamme unterhalb der Zwischenräume der Blätter beinahe kahle Ränder, welche leicht genetzt werden. Der Mittelnerv der Blätter ist mit kurzen Haaren versehen, besonders am Grunde.

Gentianaceæ.

Gentiana campestris L. hat deutliche, kahle, wasserleitende Rinnen unterhalb der Zwischenräume der opponirten Blätter.

Gentiana Amarella L. und

Gentiana asclepiadea L. haben auch Rinnen.

Primulaceæ.

Naumburgia thyrsiflora (L.) Reich. Ein deutliches Beispiel. Von den Zwischenräumen der opponirten Blätter aus geht eine schmale, seichte Rinne, welche am *oberen* Theile des Stengels mit langen, weichen, herabgebogenen Haaren versehen ist. Diese Rinne wird leicht genetzt, während dagegen die anderen Seiten des Stengels die Regentropfen nicht festhalten.

Anagallis arvensis L. hat tiefe, wasserleitende Rinnen am Stengel unterhalb der Zwischenräume der Blätter.

Ericaceæ.

Myrtillus nigra Gilib. Wegen der Stellung der Zweige und der Blätter läuft alles Wasser, das an den Blättern haften bleibt, allmählich von der Blattachsel längs den *Rinnen der Zweige* zum Hauptstamme und zur Erde hinab. Nachdem der Regen eine Weile gedauert, zeigt diese Pflanze besonders deutlich, wie ein Wassertropfen, der auf ein Blatt gelegt wird, von Zweig zu Zweig den Rinnen entlang zum Boden hinabgeht.

Pyrola uniflora L. hat am Stengel ein bis zwei schalenförmige Hochblätter, welche von Wasser leicht benetzt werden.

Papilionaceæ.

Bei den hieher gehörenden regenauffangenden Arten mit gefiederten Blättern werden die Blättchen gewöhnlich nicht vom Regen genetzt, sondern nur die Rhachis, besonders an den kleinen *Haarbüscheln*, welche öfters eben an den Insertionsstellen der Blättchen vorhanden sind (gleichwie bei Sorbus Aucuparia, Rosa u. a.). Ausserdem werden oft der Blattstiel und die innere Seite der Nebenblätter genetzt. Dadurch dass die Blättchen gewöhnlich sich etwas gegen die Rhachis neigen, werden die Wassertropfen gegen diese geworfen und bleiben mitten zwischen den Blättchen hangen, wo eigenthümliche, leicht benetzbare Haargebilde

öfters angehäuft sind, welche einen grösseren oder geringeren Theil des Tropfens festhalten. Diese Haare sind an der Spitze braun und enthalten einen Gummi-schleim. Sie sind an Gestalt denjenigen Haaren ähnlich, welche Hanstein in seinem vortrefflichen Aufsatze in Bot. Zeit. 1868 Taf. XII fig. 80 abgebildet hat. Es ist auch leicht zu beobachten, wie nach einem kurzen Regen die Wasserperlen an den ausgebreiteten Blättern verschiedener Arten von Astragalus, Vicia, Orobus, Lathyrus u. a. regelmässig an der Rhachis zwischen den Blättchen liegen, wenn auch die Blätter nicht horizontal gestellt sind oder vom Winde geschüttelt worden. Hieher gehören:

Astragalus alpinus L. Im Sommer 1882 machte ich diese Pflanze bei der Grube von Huså in Jemtland und bei Enaforss zum Gegenstande mehrerer Untersuchungen und Experimente, hauptsächlich um zu ermitteln, ob der Regen, und zwar besonders der welcher während der Nacht fällt und an den äussersten Spitzen der an der Rückseite der Blätter befindlichen Haare haften bleibt, irgend eine besondere Bedeutung für die Pflanze hat. (An der Oberseite der Blätter haftet weder Regen noch Thau). Aber die Untersuchungen lieferten kein sicheres Resultat, und es zeigte sich, dass die Pflanze zu den undeutlicheren Regenauffängern gehört. Rhachis, Blattstiel und Nebenblätter werden genetzt.

Astragalus oroboides Horn. gleicht der vorhergehenden.

Phaca frigida L. ist, wie die vorhergehende, mit regenfesthaltenden Haaren an den Basen der Blättchen versehen.

Vicia cracca L. ebenso.

Lathyrus palustris L. Die Blättchen sind gegen die Basis zu etwas dütenförmig und mit einigen Haaren versehen.

Hedysarum coronarium L. hat deutliche wasserfesthaltende Haarbüschel an der Rhachis am Grunde der Blättchen.

Lotus corniculatus L. weicht dagegen, nach Beobachtungen an Exemplaren in den Gebirgen bei Storlien, dadurch ab, dass das unterste Fiederpaar, das ganz nahe am Stengel sitzt, sich nach der entgegengesetzten Seite neigt und den Stengel gleichsam umfasst, wodurch das auffallende Wasser zwischen der Oberseite der Blättchen und dem Stengel festgehalten wird. An der Basis von jedem dieser Blättchen, wo das Wasser am längsten bleibt, findet sich ein kissenähnliches Drüschen, das leicht genetzt wird. Der Stengel hat unterhalb des Blattes zwei deutliche Ränder, nach welchen das Wasser über die Rhachis zwischen die Blättchen geleitet wird.

In noch höherem Grade weichen Arten von der Gattung *Lupinus* ab, welche den von den radförmig angeordneten Blättchen aufgefangenen Regen an dem mehr oder weniger scheibenförmig ausgebreiteten, behaarten obersten Theile des Blattstieles, wo die Blättchen eingefügt sind, festhalten. Dieser Theil wird von Wasser leicht genetzt, und Wasser bleibt oft geraume Zeit nach einem Regen da liegen. Ausser Wasser wird noch eine Menge anderer Stoffe da angesammelt, wie es bei *Alchemilla vulgaris* der Fall ist, deren Blättern die eben beschriebenen beim ersten Anblicke in dieser Hinsicht sehr gleich sind.

Über *Trifolium repens* L. siehe oben pag. 15.

Trifolium pratense L. dagegen sammelt das Wasser zwischen den Nebenblättern; die Blättchen selbst werden aber gar nicht vom Regen genetzt.

Trifolium hybridum L. steht in diesem Punkte in der Mitte zwischen diesen beiden Arten.

Medicago lupulina L. gleicht Trifolium repens darin, dass die Blättchen an der Unterseite leicht benetzt werden.

Rosaceæ.

Rosa canina L., *carelica* Fr. und mehrere cultivirte Formen haben eine rinnenförmige Rhachis, deren Oberseite mit einem gummi(harz)-artigen Secret überzogen ist, das leicht benetzbar ist. Hiedurch wird Wasser festgehalten und geleitet. Ausserdem finden sich öfters in diesen Rinnen zweierlei Haare, gewöhnliche Haare mit undeutlichem Lumen und Drüsenhaare, besonders in der Mitte zwischen den Blättchen (= Astragalus etc., siehe oben), wo das Wasser sich perlenförmig anhäuft. Bisweilen wird auch der Mittelnerv der Blättchen benetzt. Im Übrigen aber ist die Oberseite der Blättchen durch Wachsüberzug oder passende Haare gegen das Anhaften des Wassers geschützt, mit Ausnahme der äussersten Spitzen der Blattzähne, deren Secret leicht benetzt wird. Von den Blättern her sammelt sich das Wasser in die Nebenblätter.

Sorbus Aucuparia L. stimmt betreffs der rinnenförmigen Rhachis und der Haargebilde mit Rosa überein.

Rubus Chamæmorus L. (siehe Pl. III Fig. 7, 8 und 9) ist ein deutliches Beispiel von einer regenauffangenden Pflanze. Der Regen, wel-

cher die schalenförmig gefalteten Blätter trifft, sammelt sich in den *eingesenkten Nerven*, die leicht benetzt werden und mit drüsigen Zottchen versehen sind, deren Spitzen während trockenen Wetters vertrocknet sind, aber in Wasser wieder ausschwellen. Von der Spreite aus wird das Wasser in dem *rinnenförmigen Blattstiele* nach den *Nebenblättchen* geleitet, welche halbkugelförmig sind und an der inneren (oberen) Seite leicht benetzt werden. Zwischen diesen Nebenblättchen wird ziemlich viel Wasser festgehalten, und aller Wahrscheinlichkeit nach findet eine nicht unbedeutende Absorption Statt, weil die Cuticula der Epidermis der inneren Seite sehr dünn ist (siehe Fig. 9). Von den Nebenblättchen fliesst das überflüssige Wasser nach den *Niederblättchen*, welche den Stamm dütenförmig umschliessen und an der inneren Seite auch leicht benetzbar sind. Diese Niederblättchen, ebenso wie die Nebenblättchen, haben freilich eine andere Bedeutung, nämlich als Schutzmittel während des Knospenstadiums zu dienen, aber *da sie persistiren*, können sie zugleich von Bedeutung sein für die ausgewachsene Pflanze (siehe übrigens die Erklärung der Fig. 7—9 Pl. III).

Rubus idæus L. hat Drüsenhaare längs dem Mittelnerven an der Oberseite des Blattes und an der Rhachis. Dieser Art ziemlich ähnlich sind

Rubus saxatilis L. (mit zweierlei Haaren in der Rinne),

Rub. arcticus L. und

Rub. castoreus Læst. (Siehe übrigens *Rubus Chamæmorus*, welcher eigentlich nur durch seine einfachen schalenförmigen Blätter und seine deutlicheren Nebenblätter und Niederblättchen abweicht).

Geum triflorum Pursh., *G. brachypetalum* Ser. und *G. hispidum* Fr. u. a. (sämmtlich nach Ex. im botan. Garten zu Upsala) halten Wasser fest und leiten es an der rinnenförmigen Rhachis und dem Blattstiele.

Waldsteinia geoides Willd. und *W. trifoliata* Koch (nach Ex. in H. U.). Die Laubblätter unterhalb der Blüthenstiele haben zwei gerade abstehende Nebenblätter, deren Ränder gewimpert sind. Diese Nebenblätter werden an der Oberseite genetzt und halten nach Regen Wasser fest. Die langen Stiele der untersten Blätter sind mit Rinnen versehen, welche genetzt werden.

Alchemilla pubescens Bieb. = *A. vulgaris* L. (siehe oben pag. 19). An den Exemplaren in H. U. bleibt das Wasser an der Spreite haften und wird nicht weiter geleitet.

Alchemilla fissa. Günth. wird, gleich der vorhergehenden, längs den eingesenkten Nerven, nicht aber am Blattstiele genetzt (H. U.).

Alchemilla acutifolia Stev. wird dagegen weniger genetzt; jedoch wird Wasser am Blatte festgehalten. (H. U.).

Alchemilla alpina L. Das Wasser *bleibt* auch bei dieser Art auf der Spreite, die gänzlich benetzt wird. Die eingesenkten Nerven tragen Drüsenhärchen.

Potentilla Tormentilla L. Das Wasser sammelt sich an der dütenförmigen Blattbasis; zweierlei Haargebilde.

Comarum palustre L. Das Wasser sammelt sich sowohl an der Basis der Blättchen (= Rosa) als an den Blattzähnen, welche die Form haben eines schmalen Schälchen, das am Grunde mit Spaltöffnungen versehen ist (am wahrscheinlichsten Wasserporen), durch welche das Wasser hinein- und hinausgehen kann(?)

Sanguisorba officinalis L. Rhachis mit Rinne versehen; die Zipfelchen (stipellæ?) der Rhachis hemmen das Entfliessen des Wassers. (H. U.).

Sanguisorba alpina Bunge. Rhachis wie bei der vorhergehenden.

Spiræa Aruncus Lin. *β. acuminata* Hort. Die Rhachis der Laubblätter hat an der Mitte eine deutliche Rinne oberhalb der untersten Blättchen; unterhalb derselben aber findet sich am Blattstiele keine Rinne, so dass das Wasser nicht abgeleitet wird. Die Rhachis trägt auch Haargebilde. (H. U.).

Spiræa Ulmaria L. Die Rinnen der Blätter führen nach den Nebenblättern.

? *Prunus Padus* L. Das Wasser sammelt sich und wird leicht geleitet in den eingesenkten Nerven des Blattes.

Onagraceæ.

Epilobium origanifolium Lam. Das Wasser sammelt sich in den Blattachseln und zieht sich von daher abwärts längs den feinen, aus kurzen sichelförmig gebogenen Haaren gebildeten Rändern unterhalb der Zwischenräume der Blätter; an diesen Rändern wird es länger festgehalten als an anderen Stellen. Bei Storlien in Jemtland fand ich eine Varietät mit drei quirlig gestellten Blättern (statt zwei); diese hatte auch Haarränder unterhalb aller drei Zwischenräume der Blätter.

Epilobium alpinum L. gleicht der vorhergehenden; nur sind die Haarränder weniger deutlich.

Epilobium roseum Schreb. hat Kanten statt Haarränder am Stengel; sind die Blätter opponirt, finden sich zwei Kanten, sonst drei bis vier.

Saxifragaceæ.

Hoteja japonica Morr. hat Haarränder an der Oberseite des Blattes längs dem Mittelnerven, und in der Rinne des Blattstieles, wo die Haare in einer Reihe stehen. Diese Haare sondern ein Secret ab, das an ihnen hervortritt in Gestalt von lichtbrechenden Tröpfchen, was man unter dem Microscope leicht wahrnehmen kann. Das Aufgiessen von Wasser befördert die Absonderung. Das Secret wird durch das in der Rinne fliessende Wasser verbreitet, was daraus ersichtlich ist, dass die innere Seite der Rinne nach einem Regen von dem Secrete gleichsam gefirnisst wird. Als dies Secret nach der Abdünstung des Wassers erstarrt, schützt es die unterliegenden Theile gegen zu starke Transpiration; dadurch aber, dass es es leicht genetzt wird und anschwillt, steigert es während eines Regens die Permeabilität der Membranen und die Wasserabsorption. Wahrscheinlich verhalten sich mehrere andere Pflanzen auf dieselbe Weise, z. B. Rosa, Alchemilla u. a. (H. U.).

? *Ribes nigrum* L. Recht viel Regenwasser wird auf den etwas schalenförmigen Blättern aufgefangen, und es spült die verschiedenen Stoffe, welche an der Spreite haften geblieben, gegen die Blattbasis herab; indessen fliesst es nicht längs dem Blattstiele ab, sondern bleibt auf der Spreite. Es verhalten sich etwa auf dieselbe Weise

Ribes alpinum L. und *R. rubrum* L.

Umbelliferæ.

Viele Umbellaten haben bekanntlich eine deutliche Rinne längs dem Mittelnerven des Blattes. Diese wird leicht genetzt und das Wasser, das an den Blattzipfeln aufgefangen worden, sammelt sich in ihr. Auch in den Blattscheiden, die ja bei vielen Arten recht gross sind, sammelt sich nicht wenig Wasser. Es kann aber nicht direct vom Blatte aus dahingeleitet werden, denn die Rinne des Blattes führt nicht bis zur Scheide, sondern endigt gewöhnlich oberhalb derselben an den untersten Blattzipfeln, so dass der Blattstiel selbst nicht rinnenförmig ist. Dadurch wird das Wasser am Blatte festgehalten. Dagegen alles Wasser, das von dem Blüthenstande aufgefangen wird, kommt endlich längs dem Stengel zu den Scheiden. Beispiele einer derartigen Anordnung liefern:

Cerefolium silvestre Bess., Arten von *Heracleum* und *Angelica*, *Callisace dahurica* Fisch. (H. U.) u. a.

Peucedanum palustre (L.) Moench. Der Regen wird von dem Blüthenstande, besonders von den Doldchen aufgefangen, und wird längs

den zugeplatteten, oberseits behaarten pedicelli nach dem Hüllchen und von diesem aus längs den radii, welche an der oberen Seite mit einer deutlichen Rinne und kurzen, dicken, leicht benetzbaren Haaren versehen sind, nach dem Stiele geleitet. Das Hüllchen ist nicht um den radius her gleichförmig vertheilt, sondern es lässt gerade über dem Haarrande des radius eine Öffnung frei, so dass das Wasser auf diesem Wege leicht hervordringen kann. An den Epidermiszellen zwischen den Haaren des radius, namentlich in der Rinne, sind die nach aussen gewendete Zellwand und die Cuticula dünner und weicher (mehr permeabel) als an den übrigen Epidermiszellen.

Mehrere andere Umbellaten haben bekanntlich einseitig behaarte radii; das Verhalten derselben in Regen habe ich nicht Gelegenheit gehabt näher zu untersuchen, wahrscheinlich ist aber Peucedanum palustre nicht die einzige Umbellate die mit derartigen Anordnungen für den Regen versehen ist.

Dagegen weichen ab:

Astrantia major L., *minor* L. und *Ranunculæfolia* (nach Ex. in H. U.). Die handförmig getheilte Blattspreite bildet mit seiner Basis eine Schale, dadurch dass die äussersten Zipfel einander theilweise decken. Von dem Grunde dieser Schale aus geht eine schmale, aber ziemlich tiefe Rinne längs dem langen Blattstiele nach den Nebenblättern herab, mündet aber nicht zwischen diesen aus. Diese Rinne wird von Wasser leicht benetzt, was nicht der Fall ist mit der übrigen Epidermis des Blattstieles, und sie ist immer wasserführend nach einem Regen.

? *Eryngium virgatum* Lam. Spreite löffelförmig gebogen; Blattstiel rinnenförmig; sie werden an den Nerven und in der Rinne genetzt.

Euphorbiaceæ.

Mercurialis perennis L. Die Blätter sind opponirt, jedes mit zwei wagerecht abstehenden Nebenblättchen versehen. Zwischen den beiden Nebenblättchen findet sich am Zwischenraume der Blätter ein erhöhter, rundlicher, haarbekleideter Grat, welcher leicht benetzt wird und das herabfliessende Wasser leitet. Dieser Grat ist am deutlichsten an den oberen und mittleren Internodien, weniger deutlich an den unteren. Das Innere des Grates besteht aus Collenchym, das hier wohl eine mechanische Bedeutung haben kann, aber dann aller Wahrscheinlichkeit nach als Schwellgewebe in Zusammenhang mit dem aufgefangenen Regen steht.

Geraniaceæ.

Geranium sylvaticum L. fängt mit der Spreite Wasser auf und hält es in den eingesenkten Nerven fest, welche leicht benetzt werden und eigenthümliche, secret-führende Haare tragen, die ihre Cuticula namentlich in Berührung mit Wasser abwerfen und durch die angeschwollene Membran endosmotisch Wasser aufnehmen. (Siehe Fig. 6 Pl. I und die Erklärung der Figur).

Malvaceæ.

Malva parviflora L. Die Blätter haben einen langen, gerundeten Stiel, dessen Oberseite mit einem sehr deutlichen Haarrande versehen ist, der leicht benetzt wird und das Wasser von der Spreite nach den Nebenblättchen leitet. Die Haare sind am Grunde punktirt (perforirt?). Ein deutliches Beispiel. Verschiedene andere Arten von Malva haben ähnliche Anordnungen (H. U.).

Hypericaceæ.

Hypericum quadrangulum L. Der Stengel dieser Pflanze ist bekanntlich viereckig, zwei Kanten sind aber gerade unterhalb der Zwischenräume der Blätter gelegen, so dass keine Rinne hier gebildet werden kann, wie bei vielen Labiaten. Die gegenständigen Blätter sind gänzlich ungestielt und halb umfassend, dadurch aber, dass die Ränder der Blattbasis nächst dem Stengel herabgebogen sind, entsteht eine trichterförmige Öffnung, durch welche das Wasser abwärts geleitet wird. Gerade unterhalb dieser Öffnung findet sich, wie oben gesagt, eine hervorstehende Kante, längs deren beiden Seiten das Wasser leicht abwärts dringt. Aber durch dieselbe Öffnung verbreitet sich das Wasser auch nach der Kante, die unterhalb des Mittelnerven des Blattes vorhanden ist. Ich habe alle vier Kanten nach einem Regen merkbar angeschwollen gefunden.

Violaceæ.

Viola biflora L. Blüthenstiel und Blätter mit Rinne versehen. Das Wasser läuft längs dieser Rinne nach dem Blattwinkel, wo es zwischen den Nebenblättchen festgehalten wird. Findet sich unterhalb dieser ein Blatt am Stengel, so führt eine Rinne nach demselben. Die Neben-

blättchen desselben sind an einander und an den Stengel gedrückt und halten somit das Wasser fest.

Viola tricolor L. Auch bei dieser Art wird das Regenwasser nach den gespalteten Nebenblättchen geleitet, deren Oberseite leicht genetzt wird. Der Stengel ist gerändert. (Über den Bau der Nebenblättchen bei Viola, siehe Hanstein l. c. Bot. Zeit. 1868 pag. 751—754).

Cruciferæ.

Diese Familie scheint arm zu sein an regenauffangenden Pflanzen, denn eine grosse Anzahl Arten werden gar nicht vom Regen genetzt, weil alle grüne Theile oft mit einem Wachsüberzug versehen sind. Indessen verhält sich

Alyssum calycotrichum Boiss. sehr eigenthümlich (nach Ex. im bot. Garten zu Upsala). Obwohl auch diese Art an allen grünen Theilen einen Wachsüberzug hat, fängt sie dennoch sehr grosse Wassertropfen auf an den stengelumfassenden Lappen der pfeilförmigen Blätter. Diese sind nämlich aufgebogen und bilden dadurch an beiden Seiten des Stengels kleine Schalen, in welchen das Wasser sich ansammelt. Nach einem Regen bietet auch diese Pflanze einen höchst eigenthümlichen Anblick dar, wegen der beiden glänzenden Wasserperlen, welche regelmässig an jedem Blatte dicht am Stengel liegen. Indessen die Wasserperle benetzt nicht die Stelle, wo sie liegt; folglich scheint eine Wasseraufnahme unmöglich. Wahrscheinlich ist dies Wasser von Bedeutung für die Pflanze um ihre Temperatur und Transpiration zu reguliren (H. U.).

Ranunculaceæ.

Anemone nemorosa L. Die Hüllchenblätter haben rinnenförmige, unten erweiterte, gewimperte Stiele, welche leicht benetzt werden.

Aquilegia Ottonis. Scheiden; die Blätter werden nicht benetzt (H. U.).

Delphinium ciliatum Stev. und *tridactylum* Mich. Die Blätter werden namentlich an den haarigen Nerven benetzt (H. U.)

Helleborus viridis L. Der Regen sammelt sich an der Basis der Spreite, von woher eine Rinne ihn weiter leitet (H. U.).

Clematis flammula L. Das Wasser wird von den stengelumfassenden Stielen der opponirten Blätter festgehalten (H. U.).

Ranunculus Aconitifolius L. Die Wurzelblätter haben rundliche Stiele, die Laubblätter dagegen sind mit einer Rinne versehen und scheidenumfassend. Bei Storlien in Jemtland fand ich die schalenförmigen Kelch-

blätter nach einem Regen mit Wasser gefüllt; dies war aber wahrscheinlich nur ein Zufall, denn die Kelchblätter sind sonst bald hinfällig.

Thalictrum paradoxum, carolinianum Bosc., *rariflorum* F., *kemense* Fr., u. a., siehe oben p. 13.

Caryophyllaceæ.

Cerastium trigynum Vill. trägt, gleichwie C. vulgatum, längs dem Stengel und dem Blüthenstiel einen Rand von feinen Haaren, die zum Theil kopfig sind. An trockenen Individuen wird dieser Rand eingesenkt, was von dem Wasserverluste herrührt; wird Wasser aufgegossen, schwillt der Rand wieder aus und der Querschnitt wird zirkelrund. Dies spricht deutlich für die Bedeutung des Randes als wasseraufsaugend. Die Epidermiszellen des Haarrandes sind mit einem Secret überzogen, das wahrscheinlich grösstentheils von den Drüsenhaaren ausgeschieden ist und mit Hülfe des Regens über die Cuticula der angrenzenden Zellen verbreitet worden.

Cerastium alpinum L. hat oft zwei Haarränder an den oberen langen Internodien; variirt.

? *Silene inflata* L. hat einen Wachsüberzug an allen grünen Theilen ausser den Blattwinkeln, wo das Wasser sich sammelt und festgehalten wird. Ränder oder Rinnen unterhalb der Zwischenräume der Blätter sind nicht vorhanden; sie sind aber auch nicht nöthig, weil die Blattpaare kreuzweise sitzen, denn das Wasser fällt aus den Zwischenräumen der Blätter direct in den nächstunteren Blattwinkel.

? *Stellaria graminea* L. Blattbasis gewimpert, ausgebreitet, leicht benetzbar. Kein Haarrand unterhalb der Zwischenräume der Blätter, nur eine scharfe Kante am Internodium.

Polygonaceæ.

Viele von den dieser Familie angehörenden Arten haben in den *Scheiden ihrer Nebenblättchen* treffliche Organe zum Auffangen des Regens. Dies zeigt sich am besten an den grossen Arten von Rumex und Rheum, von denen ich im botanischen Garten zu Upsala sehr viele untersucht habe. Das Wasser, welches von den Blättern und dem Blüthenstande aufgefangen wird, läuft längs dem kahlen oder gefurchten Stengel nach den Scheiden der Nebenblättchen herab, deren innere Seite leicht genetzt wird. Ehe die Scheide überfüllt ist, fliesst kein Wasser an der Aussen-

seite ab. Wenn dann die Wasserabdünstung anfängt, drückt sich der dünne Oberrand der Scheide dicht an den Stengel und wird an denselben fest angeklebt, wodurch das übrige Wasser von Berührung mit der Luft abgeschlossen wird, was die Abdünstung verhindert. Darum wird auch in diesen Scheiden Wasser angetroffen sogar mehrere Tage nach einem Regen. Wenn auch die Aufgabe der Scheiden der Nebenblättchen anfangs die sein mag, junge Theile zu schützen, kann dies dennoch nicht ihre einzige Bedeutung sein, denn 1) fallen sie an den ausgewachsenen Individuen nicht ab, sondern bleiben functionsfähig sitzen und 2) sammeln sie thatsächlich Wasser auf. Dass dies nachher von der schleimigen Epidermis absorbirt wird, ist mir unzweifelhaft. Die deutlichsten der von mir beobachteten Beispiele sind *Rumex Nemolapathum* Ehrb., *R. longifolius* D C. f. *calliflora* und *Rheum tataricum* Lin. fil. (H. U.).

Polygonum viviparum L. Eine feine Rinne führt von der Scheide der oberen Nebenblättchen nach der unteren, unterhalb welcher sich gewöhnlich keine solche Rinne findet.

Salicaceæ.

Die Salices besitzen freilich keine deutlichen, hieher gehörenden Anordnungen; bemerkenswerth ist es aber, dass der Regen nach den Blattwinkeln geleitet wird und da bleibt, z. B. bei S. myrsinites L. und glauca L. Wenn Nebenblättchen daselbst vorhanden sind, werden sie an der Oberseite leicht genetzt, z. B. bei S. hastata L., lanata L. u. a.

Salix herbacea L. Sammelt den Regen an den Blättern auf, die durch Zusammenfaltung der Ränder öfters etwas dütenförmig sind.

Populus laurifolia Led., *balsamifera* L. und *pyramidalis* Roz. Bei diesen Arten wird das Wasser längs dem gefurchten Stamme (der blatttragenden Sprosse) nach den Nebenblättchen geleitet, und bleibt innerhalb derselben haften. Hier findet sich auch eine reichliche Absonderung von Harz und Gummi-schleim, die sich mit dem Regenwasser zu einer Emulsion *vermischt* und die im Blattwinkel liegende Knospe umschliesst. Darum erscheint auch das Secret am reichlichsten nach einem kurzen Regen. Nachher steigen die Harzkugeln nach der Oberfläche hinauf und bilden dort ein zusammenhangendes dünnes Häutchen, welches die Abdünstung der unterliegenden Emulsion hemmt. Ein Theil des Secrets wird vom Regen fortgespült und überzieht nachher den jungen Stamm wie ein dünner Firniss. Wenn das Secret *nur* darauf abgesehen wäre, die Knospe ohne Beihilfe des Regens zu schützen, würde es wohl, wie Wachs und

ähnliche Stoffe, weder genetzt werden, noch den Regen festhalten; jetzt findet man aber leicht, wenn man die Harzrinde nach einem Regen entfernt, dass der Wassergehalt nächst der Epidermis sehr beträchtlich ist.

Populus tremula L. trägt bekanntlich zwei Drüsen (Nectarien), welche Honig ausscheiden, an der Basis der Spreite, mangelt aber harz-absondernde Nebenblättchen. Bei den Nectarien finden sich oft einige Haare. Eben an dieser Stelle, dem einzigen Theil der Spreite, welcher leicht benetzt wird, bleibt das Regenwasser wenigstens an jungen Espensprossen haften und wird ganz gut festgehalten, weil die Ränder der Spreite an der Basis etwas aufgebogen sind; besonders ist dies der Fall bei jungen Blättern, welche dadurch mehr oder weniger schalenförmig werden. Nach dem Grunde dieser Schale, d. h. nach den Nectarien, werden mit dem Regen auch alle jene kleinen Substanzen geführt, welche am Blatte haften geblieben sind, wie Staub, Thier-excremente u. s. w. Während Dürre erstarrt die abgesonderte zuckerhaltige Flüssigkeit und hemmt somit die Transpiration. Wahrscheinlich ist diese Honigabsonderung der Pflanze auch nützlich, dadurch dass sie Ameisen heranlockt, welche oft auf den Espen vorkommen, damit sie wie eine Leibwache die Blätter gegen schädliche Insecten und deren Raupen beschützen; eigenthümlich ist es aber, dass der Honig eben an der Stelle abgesondert wird, wo er am leichtesten vom Regen weggespült werden kann. Für die Pollination kann jene Absonderung unmöglich irgend eine Bedeutung haben, weil sie lange nach der Blüthenzeit eintritt, und gerade an jungen Espensprossen, die keine Blüthen tragen, am reichlichsten ist. Die Zuckerlösung könnte auch dazu beitragen, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen; dies schliesst aber nicht die Erklärung aus, welche ich hier von *diesen* Nectarien gegeben habe, d. h. dass sie dem Regen und dem Ameisen angepasst seien. Wenn eine Gummi-, Schleim-, oder Harz-absonderung in Zusammenhang mit dem Regen für die Pflanze Bedeutung haben kann, kann ich nicht einsehen, warum eine Zucker-absonderung nicht von derselben Bedeutung sein könnte.

Bei den *Monocotyledonen*, wenigstens bei den in unserem Lande vorkommenden, scheinen deutliche Anordnungen für den Regen weniger gewöhnlich zu sein. Indessen fehlen regenauffangende Pflanzen nicht gänzlich in dieser Klasse, wenn auch die hierher gehörenden Anordnungen, ebenso wie die übrigen Differenzirungen der Epidermis, nicht so ausgeprägt und verschiedenartig sind wie bei den Dicotyledonen. So wird z. B. eine nicht unbedeutende Quantität Wasser in dem dütenför-

mig gefalteten Blatte der *Convallaria Majalis* L. aufgesammelt. Bei mehreren Monocotyledonen mit rinnenförmigen Blättern wird das Wasser direct nach dem Wurzelstocke und den Wurzeln geleitet. Eigenthümlich sind die Anordnungen, welche bei mehreren *Bromeliaceen* vorkommen: die rinnenförmigen Blätter umschliessen einander eng mit ihren Scheiden, so dass zwischen ihnen geschlossene Höhlungen gebildet werden, in welchen viel Wasser aufgesammelt wird, das für diese Pflanzen eine besondere Bedeutung haben dürfte [1]).

Bei den *Pteridophyten*, namentlich den *Filicineen*, finden sich auch hierher gehörende Anordnungen, besonders in Gestalt von Rinnen oder Haarrändern an den Blättern, möglicherweise auch als Luftwurzeln ringsum die Stämme mehrerer Arten. Bei *Polystichum spinulosum* wird das Regenwasser längs dem Mittelnerven geleitet, welcher mit wasserfesthaltenden Härchen versehen ist, und bei *Polypodium Phegopteris* ist die rinnenförmige Rhachis wasserfesthaltend.

Viele *Bryophyten* ziehen bekanntlich mit grosser Leichtigkeit Wasser an sich an, und halten es zwischen ihren kleinen Blättern und dem Stamme fest, was nicht nur für ihre Nahrung, sondern auch für ihre Befruchtung von grosser Wichtigkeit ist. Ich habe gefunden, dass dies Festhalten des Wassers bei mehreren *Bryaceen* dadurch erleichtert wird, dass die Blätter an der inneren, dem Stamme zugekehrten, concaven Seite *leicht benetzt werden*, während die äussere (untere) Seite das Wasser *nicht* festhält (nicht benetzt wird). Das Peristom der Bryaceen ist bekanntlich sehr hygroscopisch, und ich habe mehrmals Gelegenheit gehabt zu beobachten, wie das zurückgebogene Peristom des *Splachnum luteum* sich bei dem kleinsten Regentropfen schnell schliesst.

Ob es unter den *Thallophyten* welche giebt, die specielle Anordnungen in Bezug auf den auffallenden Regen besitzen, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Ich will nur darauf hinweisen, dass bei mehreren *Lichenes* (z. B. Usnea) die ausgewachsenen Apothecien schalenförmig sind und nach Regen Wasser festhalten, was ja für das Schwellen der Paraphysen und die Verbreitung der Sporen von Bedeutung sein kann, und dass man oft in den schalenförmig gebogenen Rändern des Thallus des *Nephroma arcticum* Regen angesammelt findet.

---

1) In einem Aufsatze »An Entomostracon living in treetops» (in »The Nature» 1880, 20 Mai pag. 55) beschreibt FRITZ MÜLLER in Desterro in Brasilien ein Ostracod, Elpidium bromelianum, welches bisher nur in diesen Wasseransammlungen der Bromeliaceen angetroffen worden ist, ein eigenthümliches Verhältniss, worauf Herr Professor W. LILJEBORG meine Aufmerksamkeit gütigst gelenkt hat.

Ein Blick auf die allgemeinen Züge der Geschichte der Pflanzenwelt zeigt, dass die Entwickelung von einer Wasservegetation (Algen mit den Characeen als der höchsten Abstufung) aus zu Bryophyten fortgeschritten ist, bei welchen eine wichtige Lebenserscheinung, die Befruchtung, noch immer Wasser als Medium erfordert um möglich zu werden, wenn auch die Pflanze übrigens in der Luft existiren kann. Die obengenannte Fähigkeit der Moose Wasser leicht an sich innerhalb der Blätter anzuziehen, wird auch eine der ersten Andeutungen sein, welche bei den Luftpflanzen hervortritt, von einer Anpassung zum Festhalten des Wassers. Bei der nächsthöheren Gruppe, den Pteridophyten, werden auch diejenigen Theile (die Prothallien), welche die Geschlechtsorgane tragen, nach einem Orte (an den Boden) verlegt, wo sie ein Wassermedium leichter bekommen können, aber die Blätter bieten mehr Anpassungen an die Luft als Aussenmedium wie bei den Moosen. Bei den höchsten Pflanzen endlich haben die fructificativen sowohl als die vegetativen Theile eine noch vollkommenere Anpassung erreicht an die vielen Eigenthümlichkeiten des Luftoceanes in Hinsicht auf Temperatur, Licht, Thierwelt und atmosphärischen Niederschlag. Und was die Anpassungen an den letztgenannten Factor betrifft, finden diese einen Ausdruck nicht nur in den mannigfaltigen Verschiedenheiten der Epidermisbildungen, sondern auch in der Form und Stellung verschiedener Pflanzentheile.

III

DIE WASSERAUFNAHME DURCH DIE OBERIRDISCHEN PFLANZENTHEILE UND DIE BEDEUTUNG DES AUFGEFANGENEN WASSERS FÜR DIE PFLANZE.

Die Fähigkeit der höheren Pflanzen, mittelst ihrer Blätter und Stämme Wasser und darin aufgelöste Stoffe aufzunehmen, wurde schon von Mariotte und Hales [1]) erwiesen. Dass das auf diese Weise aufgenommene Wasser sehr beträchtlich ist, geht aus J. Boussingaults [2]) Untersuchungen hervor, ebenso wie dass die Blätter Wasser aufnehmen können, obschon keine Spaltöffnungen da sind. Pfeffer [3]) meint, dass je-

[1]) Ouevres de Mariotte 1817, p. 133.

[2]) Agronom. Chim. agric. etc. 1878 Bd. 6 p. 364.

[3]) Pfeffer, Pflanzenphysiologie I, p. 66—70 etc., wo die betreffende Literatur theilweise angeführt ist; ein vollständiges Referat derselben gehört nicht zu dem Plane dieser Abhandlung.

des Blatt und jeder Stammtheil, die genetzt werden, auch im Stande sind Wasser aufzunehmen, obgleich dies Aufnehmen, wenn eine deutliche Cuticula da ist, langsamer geschieht und unzureichend ist um das Bedürfniss der transpirirenden Pflanze zu füllen. »Moose und Flechten müssen auch in der Natur zum Theil ihren Wasservorrath direkt aus Regen und Thau entnehmen, und wenn aus den Niederschlägen die Phanerogamen wesentlich durch Vermittlung des Bodens Nutzen ziehen, so dürfte doch ein gewisses Wasserquantum auch durch die benetzten oberirdischen Theile aufgenommen werden . . . . . Vielleicht erlangt auch für manche Phanerogamen die Aufnahme von Wasser durch oberirdische Theile eine höhere Bedeutung». Nach Boussingault nehmen Vinca und Asclepias durch ihre Blätter merkliche Wassermengen auf.

Wiesner [1]) hat vor kurzem die Frage von der Wasseraufnahme zum Gegenstand einer näheren Untersuchung gemacht. Von den Resultaten, zu denen er gelangt ist, mögen folgende hier in der Kürze angeführt werden. Die Transpiration der oberirdischen Theile wird durch ein vorhergehendes Begiessen mit Wasser befördert, wenn die Pflanzentheile von Wasser genetzt werden können. Die Blätter nehmen gewöhnlich mehr Wasser durch die untere Seite auf als durch die obere, warum Regen und Thau gewöhnlich der Pflanze direct nicht viel Wasser zuführen [2]). Beide befördern indessen die Transpiration, nachdem das Wasser an der Aussenseite abgedünstet hat. Aber diese Steigerung der Transpiration gereicht der Pflanze zu Nutzen, nur wenn der Erdboden hinreichendes Wasser enthält, warum Thau unter gewissen Umständen ungünstig auf die Pflanze einwirken kann. Wenn die Pflanzen erschlaffen, wird die Blattstellung verändert, wodurch die Unterseite der Blätter vom Regen benetzt werden kann, der somit der Pflanze zu Gute kommt. Die gesteigerte Transpiration bei benetzten Blätter wird von einem Schwellungszustande der benetzten Membran verursacht, wodurch der Transpirationswiderstand vermindert wird.

---

[1]) Studien über das Welken von Blüthen und Laubsprossen (Kaiserl. Akademie der Wiss. in Wien, Sitzungsber. von 2 Nov. 1882) nach Ref. in Bot. Zeit. 1883, p. 86—87.

[2]) Wie ich oben z. B. bei Trifolium repens, Vaccinium Vitis idæa u. a. dargethan habe, kann Regenwasser sich auch an der Unterseite der Blätter sammeln. Was den Thau betrifft, »fällt» er ja nicht, wie der Regen, sondern setzt sich an abgekühlten Gegenständen ab, folglich auch an der Unterseite der Blätter.

Wenn also eine Aufnahme von Wasser mit darin gelösten Stoffen durch cuticularisirte Membranen möglich ist und in mehreren Fällen wirklich Statt findet[1]), bleibt es doch eine andere Frage, welche Bedeutung das auf den oberirdischen Theilen festgehaltene Regenwasser für die Pflanze besitzen mag. Zuerst ist dann zu bemerken, dass jene Bedeutung nicht dieselbe ist oder dieselbe sein muss bei allen Pflanzen, welche Regen auffangen, und dass sie nicht immer bei derselben Pflanze eine einfache ist. Ohne mich hier näher auf diese Frage einzulassen, will ich nur die wichtigsten Hinsichten aufzählen, in denen das so aufgefangene Regenwasser für die Pflanze Bedeutung besitzen kann.

1) Es trägt zur *Reinigung* der Pflanze bei, z. B. bei Alchemilla, Rubus Chamæmorus, Trifolium repens u. a., vielleicht bei den meisten Pflanzen, bei denen Staub u. dergl. von den Theilen, die von Regen nicht genetzt werden können, weggewaschen wird. Das frischere Grün, das die Vegetation nach einem Regen zeigt, beruht in vielen Fällen auf diesem Umstande. Die weggewaschenen Körperchen werden entweder mit den Regentropfen nach dem Boden geführt oder sie werden an bestimmten Stellen der Pflanze angehäuft. Die Reinigung kan indessen nicht der einzige Zweck des Regenauffangens sein, weil es besondere Anordnungen zum Festhalten des Wassers giebt.

2) Es trägt, nachdem es abgedünstet hat oder absorbirt worden, zu einer *gesteigerten Transpiration* bei, dadurch dass auf der Cuticula ausgebreitete, erstarrte, gummi-oder schleimartige, möglicherweise auch zuckerartige Stoffe gelöst werden oder anschwellen, und dadurch dass der Transpirationswiderstand der Membran selbst durch dies Schwellen vermindert wird (nach Wiesner, s. oben). Durch diese Steigerung der Transpiration wird bekanntlich auch die Aufnahme und Assimilation von Nährstoffen befördert. Die gesteigerte Transpiration tritt zu einer besonders *passenden Zeit* ein, denn nach einem Regen ist der Wasservorrath im Boden reichlicher. Dagegen vermindert der aufgefangene Regen anfangs die Transpiration, dadurch dass er während seiner Abdünstung die Temperatur senkt.

3) Es kann solche Secrete (Gummi, Gummiharz, Zucker etc.) lösen und über Theile der Oberfläche der Pflanze ausbreiten, die für

1) Siehe übrigens: DETMER: Pflanzenphysiologie: Die Wasseraufnahme seitens der Pflanzen pag. 106—118. Diese Arbeit habe ich doch nur während des Druckes meines Aufsatzes benutzen können.

die Pflanze Bedeutung besitzen können, dadurch dass sie, wenn sie erstarrt sind, eine *zu starke Transpiration* bei trocknem Wetter *verhindern.* Es ist dies Verhältniss, ganz wie das oben (2) genannte, eine sehr gewöhnliche Erscheinung.

4) Es kann von der Pflanze *absorbirt* werden und dadurch einen verlorenen Turgor wieder ersetzen. Dies ist oben durch zahlreiche Exempel gezeigt worden.

5) Es kann wahrscheinlich, weil es Kohlensäure nebst Nitraten und Nitriten u. a. enthält [1]), der Pflanze ausser Wasser directe *Nahrung zuführen.* Dies mittelst directer Experimente aufzuweisen, ist mir nicht gelungen, aber in Hinsicht auf das allgemeine Vorhandensein dieser Stoffe im Regenwasser und ihre Fähigkeit leicht zu diffundiren, scheint mir jene Annahme höchst wahrscheinlich.

6) Es kann durch *Auflösung* von auf der Pflanze angesammelten Stoffen, z. B. Thierexcrementen (welche wichtige stickstoffhaltige organische Nahrungsmittel, wie Harnstoff, Hippursäure, Guanin etc. enthalten) und anorganischen Körperchen, der Pflanze noch weitere *Nährstoffe* zuführen. Dass verschiedene von diesen Stoffen auf diese Weise durch die Pflanze aufgenommen werden können, ist von J. BOUSSINGAULT gezeigt worden (z. B. Calciumsulfat, Kalisulfat, Kalinitrat u. s. w.). In Zusammenhang hiermit will ich erwähnen, dass Bacterien sehr oft unter diesen angehäuften Stoffen vorkommen.

7) Es kann durch das Schwellen der wasseraufnehmenden Zellen und die daraus erfolgende Spannung eine *Bewegung* hervorrufen.

Die praktische Flori- und Horticultur hat übrigens seit lange constatirt, dass die Überspritzung der Pflanzen mit Wasser ihnen nützlich ist, so dass wohl kein Zweifel mehr darüber obwalten dürfte, dass der auffallende Regen auf den normalen Fortschritt mehrerer Erscheinungen des Pflanzenlebens einen wohlthätigen Einfluss ausübt. Absolut *nothwendig* für die Pflanze dürfte der direct auffallende Regen nicht sein, wenn anderes passendes Wasser ihr zu Gebote steht, ebenso wenig wie animalische Nahrung den insectfangenden Pflanzen nothwendig ist, wenn

1) Siehe: LERSCH, Einleitung in die Mineralquellenlehre, und ALMÉN: Huru bör ett dricksvattens godhet bedömas etc.? Sv. läkaresällsk. nya handl. Ser. 2 del 3.

sie andere geniessbare stickstoffhaltige Nahrung durch die Wurzel bekommen können.

Die Hauptaufgabe dieser Abhandlung aber ist *nicht* zu zeigen, *in welchen verschiedenen Hinsichten* der direct auffallende Regen den Pflanzen nützlich ist, sondern hervorzuheben, dass es bei den höheren Pflanzen *besondere Anordnungen* für den atmosphärischen Niederschlag giebt, welche schwerlich anders als in Zusammenhang mit diesem erklärt werden können. Und darüber habe ich in der Literatur keine Angabe gefunden.

IV

ALLGEMEINES.

Es finden sich bei mehreren höheren Pflanzen mehr oder weniger deutliche oberirdische Anordnungen zum *Auffangen*, *Leiten*, *Festhalten* und *Aufsaugen* des Regens.

Regenauffangend können die meisten oberirdischen Pflanzentheile sein. Es sind gewöhnlich die *Laubblätter*, welche sowohl durch ihre Form als ihre Stellung diesem Zwecke angepasst sind; aber auch Stämme, Blüthenblätter, Blüthenstände und Früchte können hieher gehörende Anordnungen aufzeigen. Bisweilen halten die regenauffangenden Pflanzentheile selbst das Wasser fest, z. B. die Blätter der *Alchemilla*; in anderen Fällen dagegen thun sie dies nicht, z. B. die Blätter *Thalictrums* und die Oberseite des Blattes bei *Trifolium*.

Leitend sind vorzugsweise eingesenkte Blattnerven, Rinnen an Blattstielen und Stämmen, Haarränder u. dergl. Diese Anordnungen werden zugleich festhaltend und absorbirend, wenn ihre Epidermis leicht benetzbar ist.

Wasserfesthaltend sind, ausser allen mehr oder weniger schalenförmigen Theilen, alle diejenigen Anordnungen, deren Epidermis von aussen benetzt werden kann. Hieher gehören folgende Gebilde nebst anderen: viele Haare, Blattzähne (an welchen der Regen tropfenförmig festgehalten wird), Blattachseln, Nebenblättchen (Scheiden), Grübchen, Rinnen u. s. w.

Absorbirend sind in grösserem oder minderem Grade alle obengenannte wasserfesthaltende Theile, falls sie benetzbar sind, und je nachdem ihre Membranen (sogar die cuticularisirten) permeabel sind.

Die wichtigsten Anpassungen an den Regen, denen wir bei den höheren Pflanzen begegnen, sind also:

1. Einsenkungen, welche auftreten können in Gestalt von

a) *Schalen*, aus Blättern oder Nebenblättchen gebildet, welche auf die eine oder andere Weise gefaltet sind, z. B. bei Silphium, Thalictrum u. a.

b) *Grübchen*, kleineren Einsenkungen der Epidermis, z. B. an der unteren Seite des Blattes bei Vaccinium Vitis Idæa.

c) *Rinnen*, z. B. am Stamme der Gentiana Amarella.

2. Haargebilde, drüsige oder nicht drüsige, welche vereint werden zu

a) kleineren Ansammlungen, *Haarbüscheln*, oder

b) *Haarrändern.*

Hinsichtlich dieser Haargebilde könnte es in Zweifel gestellt werden, ob nicht viele von den obengenannten, da sie schon während des Knospenstadiums entwickelt sind, *dann* ihre eigentliche Rolle spielen in Bezug auf die Theile, welche sie schützen, und nachher ohne Bedeutung sind. Aber man muss sich dann erinnern, dass jene Gebilde, z. B. die Zotten bei Trifolium repens, Vaccinium Vitis Idæa, Rosa, u. s. w., keineswegs den vergänglichen, transitorischen, der Knospe eigenen Haarbildungen angehören, sondern dass sie persistiren, wenn sie auch vertrocknet scheinen. Ich habe auch vorher gezeigt, dass sie, gleichwie die Vorblätter der Lobelia Erinus, nach Regen anschwellen und eine Gestalt annehmen, welche deutlich beweist, dass sie ihre Rolle nicht ausgespielt haben.

Wenn man jene wasseraufsaugenden Haare mit den Wurzelhaaren vergleicht, welche ja auch zum Aufsaugen von Wasser bestimmt sind, haben diese freilich keine Cuticula, aber sie stehen ja während ihrer *ganzen* Zeit in Berührung mit einem feuchtigen Medium und bedürfen deswegen nicht die Metamorphosen, welche für diejenigen Haare nothwendig sind, die bald von Luft, bald von Regentropfen umgeben sind.

3. Benetzbare Epidermis-membranen, unabhängig von oder verbunden mit Secretionen (Gummosis etc.); welche bilden

a) grössere oder kleinere *Flecken* und

b) *Streifen.*

Diese Metamorphose der Zellhaut ist besonders bemerkenswerth. Meiner Ansicht nach hat sie eine ebenso grosse biologische Bedeutung,

wie die Cuticula-bildung und die Wachseinlagerung, welche bei der Epidermis der in den Luftocean emporragenden Pflanzen [1]) sich finden, und beruht, gleichwie diese, auf einem Einflusse des Aussenmediums. Die Differenzirung einer von aussen benetzbaren und einer nicht benetzbaren Epidermis [2]) scheint mir einer von den besten Beweisen zu sein, dass bei den höheren Pflanzen Anpassungen an den Regen vorhanden sind, um so mehr als eine benetzbare Epidermis, wie aus einer Menge von Beispielen hervorgeht, sich am öftesten eben an denjenigen Stellen findet, wohin das Wasser in Folge der Stellung der Pflanzentheile sich sammelt.

4. Die gegenseitige Stellung von Pflanzentheilen, wie Blattachseln, niederliegenden Haaren, Einschnitten an Blättern u. s. w.

5. Innere (anatomische) Anpassungen, wie wasserabsorbirende Gewebe, schwellende Secrete u. s. w.

Die oben 1, 2, 3, 3 und 5, angegebenen Anpassungen treten indessen am öftesten auf die eine oder andere Weise *verbunden* auf; somit werden Haarrinnen, Grübchen mit Haaren, Blattachseln mit Haaren gebildet u. s. w., und gewöhnlich haben haben sowhl Einsenkungen als Haargebilde benetzbare Membranen.

Bemerkenswerth ist, dass *alle diese Anpassungen an den Regen*, so fern ich habe finden können, *bei allen submersen Pflanzentheilen fehlen;* dies bekräftigt noch weiter die Richtigkeit der dargelegten Deutung.

Es giebt bekanntlich auch Anordnungen zum directen Entfernen des Regens von mehreren Pflanzentheilen, z. B. Blüthen, den Blättern der Nymphæa u. s. w. Diese Anordnungen, welche durch die Stellung der Pflanzentheile und nicht benetzbare Membranen bewirkt werden, sind nicht hier behandelt.

Die Planzentheile, welche mit den oben beschriebenen Anordnungen für den Regen versehen sein können, sind folglich:

Stämme, mit z. B. Rinnen, Haarrändern u. s. w.

Niederblätter, z. B. bei Rubus Chamæmorus.

Laubblätter, sowohl die Spreite als der Stiel und die Nebenblättchen.

---

1) Siehe PFEFFER, Pflanzenphys. p. 290—91.

2) Was die Thatsache betrifft, dass viele Pflanzen, welche sonst einen Unterschied aufweisen zwischen benetzbaren und nicht benetzbaren Theilen der Epidermis, nach heftigen und langwierigen Regen an ihrer ganzen Oberfläche nass werden, wird dies darauf beruhen. dass das Wachs an ihrer Epidermis mechanisch entfernt wird.

Hochblätter, z. B. bei Lobelia Erinus.

Blüthenstände, z. B. bei Cornus suecica, Peucedanum.

Blüthen, z. B. bei Parnassia.

Früchte; diese beabsichtige ich in einem besonderen Aufsatze zu behandeln.

Alle die betreffenden Anordnungen sind zugleich dem *Thau* angepasst, sowohl wenn dieser sich direct an ihnen absetzt, was an einer benetzbaren Membran meistens der Fall ist, als wenn er sich an anderen, nicht benetzbaren Theilen der Pflanze so reichlich gebildet hat, dass die Tropfen ihrer Schwere zufolge nach den erstgenannten Theilen übergeführt werden.

Von dem Nützen und der Bedeutung des aufgefangenen Regens für die Pflanze habe ich oben pag. 57 und 58 gesprochen.

Ich bin mir wohl gewärtig, dass man Einwendungen machen wird gegen die hier vorgetragenen Deutungen. Namentlich erwarte ich die Bemerkung, dass der auf die Pflanzen fallende Regen sich in der That nicht so verhält, wie ich angegeben habe, sondern sich bald an diesen, bald an jenen Pflanzentheil anhängt, ohne einem bestimmten Gesetze zu folgen. Es kann auch in vielen Fällen scheinen, wie wenn es so wäre, besonders im Anfang eines Regens oder nach einem kürzeren Regenwetter. Man muss aber hier genau unterscheiden zwischen solchen Wassertropfen, welche auf die eine oder andere Weise von der Pflanze wirklich festgehalten werden, und solchen welche nur *zufälligerweise* an einer Epidermis sitzen geblieben sind, die sie nicht benetzen und von der sie durch den gelindesten Wind oder Stoss abgeschüttelt werden, und man muss auf die Verhältnisse Acht geben, welche wegen der Stellung und der Form der Pflanzentheile die *gewöhnlichsten* sind. Denn ebenso wie man bei einer näheren Untersuchung von der Bestäubung entomophiler Blüthen leicht findet, dass die Insecten in derselben Blüthe nicht immer auf dieselbe Weise arbeiten oder denselben Weg gehen, obwohl der Bau der Blüthe deutlich scheint *einen* Weg zu bezeichnen, der am leichtesten zum Ziele führt, so wird man auch finden, dass die hier besprochenen Anordnungen, wenn sie auch öfters scheinen einen sehr grossen Spielraum dem Zufalle zu überlassen, dennoch gerade so gemacht sind, dass sie auf eine beste Weise das Festhalten, Leiten u. s. w. des Wassers ermöglichen.

Man wird vielleicht gegen diesen Vergleich mit der Anpassung der entomophilen Blüthen einwenden, dass in Betreff des Regenauffangens kein Gesetz erwiesen werden kann, das mit dem Hunger, welcher die Insecten antreibt ihre Nahrung zu suchen, vergleichbar wäre, noch

irgend ein Umstand, welcher der *leitenden* Farbe und dem *lockenden* Geruch der Blüthe gleichkäme. Dagegen will ich nur daran erinnern, dass den anemophilen Blüthen alle Lockmittel fehlen, obwohl sie einer Bestäubung angepasst sind, die mehr als irgend etwas anderes vom Winde abhängig ist, und dem Auffangen der Pollenkörner eine sehr kleine Oberfläche darbieten. Ausserdem giebt es in der That Gesetze, welche für den herabfallenden Regentropfen gelten, nämlich das Gesetz der Schwere, sowie Adhesions- und Cohesionsgesetze, wodurch die Anpassung der Pflanzentheile in Gestalt, Bekleidung und Stellung an bestimmte Gesetze leicht möglich wird.

Ich bin darum überzeugt, dass die Frage von den Anpassungen der Pflanzen an den Regen, wenn auch man befinden sollte, dass mehrere der obengenannten Anordnungen *zugleich* auf andere Zwecke abgesehen sind, und meine Deutungen dadurch eine Modification erleiden würden, dennoch ein Gesichtspunkt bleiben wird, der von der Wissenschaft ins Auge gefasst werden muss.



ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

PL. I.

Stellaria media Cyrill. Fig. 1—5. **Geranium sylvaticum** L. Fig. 6.

Fig. 1. **Stellaria media** Cyrill. ($1^1/_2$ Vergrösserung), ein Theil eines Exemplares, ein wenig von oben gesehen. *a*, *a* die am Rande gewimperten Blattstiele, dem ersten Laubblattpaare gehörend; *b* das kahle Internodium zwischen dem ersten und zweiten Laubblattpaare; *c* das einseitig behaarte Internodium zwischen dem 2:ten und 3:ten Laubblattpaare (der Haarrand ist von dem Betrachter abgekehrt); *x* Wasser, das sich in der Achsel des dritten Laubblattpaares gesammelt hat und da von den ausgesperrten Haaren des Blattstieles festgehalten wird; *d* das nächstfolgende einseitig behaarte Internodium, oberhalb dessen die Hauptaxe blüthentragend ist; nach der Bestäubung hat der Fruchtstiel *e* sich abwärts gebogen zwischen die Laubblätter und nach der Seite, wo das untersitzende Internodium *d* kahl ist; *f* die noch nicht geöffnete, vom Kelche umschlossene Frucht; *g* das oberste Blattpaar der Hauptaxe; *h*, *h* die diesem Blattpaare gehörigen Blattstiele, von oben gesehen, die Stellung der regenfesthaltenden Haare und die zwischenliegende Hauptaxe in Querschnitt und mit Haarrande zeigend.

» 2. **Stellaria media** (natürl. Grösse). *a* zweiseitig haariges Internodium, worauf folgt ein einseitig haariges *b*, gegen dessen kahle Seite der Fruchtstiel *c* herabgebogen ist und einen sehr spitzigen Winkel bildet.

» 3. **Stellaria media**. Ein Theil des Querschnittes durch ein Internodium, die Epidermis und einige Haare zeigend. *a*, *a* Haare, zwischen deren Basalzellen Wasser *e* festgehalten wird; *b* Basalzellen der Haare; an den Schnitten ersieht man, dass sie eine dickere Zellmembran und eine mehr oder weniger deutlich wellenförmige Cuticula (siehe den Text) haben, und dass es vorzüglich diese Zellen sind, welche mit Wasser in Berührung kommen; *b'* die uhrglasförmige punktirte (perforirte?) Membran der untersten Haarzelle; *c* gewöhnliche Epidermiszellen, deren nach aussen gekehrte Wand, da die Zellen ihren Turgor verloren haben, eine deutlich wellenförmige Cuticula zeigt; *e* chlorophyllführendes Parenchym.

» 4. **Stellaria media.** Ein Haar vom Rande des Blattstieles. *a* die Fusszelle, deren Cuticula radial vom Grunde des Haares ausgehende Ränder zeigt, die dadurch gebildet werden, dass, wenn die Zelle ihren Turgor verliert und die Membran sich zusammenzieht, die Cuticula, weil weniger elastisch, sich in feine Fältchen legt; *b* die nächstfolgende Zelle, welche durch eine punktirte (oder perforirte?) Membran von *a* getrennt ist; diese Zelle, nebst den nächstoberen, hat eine dickere Cellulose-membran als die äussersten Zellen des Haares und wird also durch Jod und Schwefelsäure deutlicher blauviolett gefärbt.

Fig. 5. **Stellaria media.** Ein Drüsenhaar des Kelches.

» 6. **Geranium sylvaticum.** Ein Drüsenhaar von dem eingesenkten Blattnerven; *a* die angeschwollene Endzelle, deren Cuticula an der Spitze *x* geborsten ist, so dass die Cellulose-membran in unmittelbare Berührung mit dem Wasser kommt. Der Inhalt aller Zellen hat sich durch Behandlung mit Alcohol und Glycerin ein wenig von der Zellwand zurückgezogen.

PL. II.

Melampyrum pratense und M. sylvaticum.

Fig. 1. **M. pratense.** Ein Theil der Hauptaxe mit einem Zweige aus einer Keimblattachsel. *a*, *a* die Keimblätter, *b* der kahle hypocotyle Stammtheil, *c* das zweiseitig behaarte erste Internodium; *d* das nur an der Unterseite haarige, fast gerade abstehende erste Internodium eines Zweiges aus der Achsel des Keimblattes; *e*, *e* das erste Blattpaar des Zweiges mit den fast vertical stehenden Blattbasen und den oberen, mehr horizontal ausgebreiteten Theilen der Spreite; *x* die Stelle, wo das an den Blättern aufgefangene Regenwasser sich sammelt, um sich längs dem Haarrande an der Unterseite des Zweiges weiter zu verbreiten; *f* das zweiseitig behaarte, zweite Internodium des Zweiges. Natürl. Grösse (ein ziemlich grosses Exemplar).

» 2. **M. pratense.** Das erste Blattpaar des Zweiges, von vorn gesehen, um die Stellung der Blattspreiten zu zeigen (entspricht Fig. 1 *e*, *e*; siehe deren Erklärung oben); *a* die Haare an der Unterseite des Zweiges.

» 3. Durchschnitt eines Blattes (*e* Fig. 1) nahe an der Blattbasis; *a* die Haargebilde des Mittelnerven an der Oberseite des Blattes; *b* die Haargebilde am abwärts gerichteten Blattrand. Die inneren Gewebe des Blattes sind nicht gezeichnet. 40-mal vergröss.

» 4. **M. pratense.** Querschnitt durch ein zweiseitig behaartes Internodium (*f* Fig. 1) Zweierlei Haargebilde (siehe den Text). 40-mal vergr.

» 5. **M. pratense.** Ein Theil der kahlen Epidermis von der Oberseite eines einseitig behaarten Zweiges (*d* Fig. 1). Die nach aussen gekehrten Membranen sind bedeutend dicker, als die der Epidermiszellen der Unterseite (siehe folg. Figur).

» 6. **M. pratense.** Epidermis von der Unterseite eines einseitig behaarten Internodiums (in Querschnitt). Die gerundeten Drüsenhaare (*a*) sitzen in Einsenkungen, in denen Wasser leicht festgehalten wird.

» 7. **M. sylvaticum.** Der niedere Theil eines grösseren Exemplares in natürlicher Grösse. *a* Keimblatt; *b* der hypocotyle Stammtheil, der nächst unter dem Zwischenraume der Keimblätter mit unbedeutenden, nach unten allmählich verschwindenden Haarrändern versehen ist; *c* das erste, zweiseitig behaarte Internodium der Hauptaxe; die Haarränder sind nach vorn und nach hinten gekehrt; *d* ein von der Keimblattachsel ausgehender Zweig, welcher wahrscheinlich wegen minder günstiger Lichtverhältnisse in seiner Entwickelung stehen geist, blieben nachdem das übersitzende Zweigpaar (*g*, *g*) sich gebildet hatte;

f, *f* die ersten Laubblätter der Hauptaxe, in deren Achseln die fast aufrecht wachsenden, zweiseitig behaarten Zweige (*q*, *q*) sitzen; *h* das erste Blatt des Zweiges (*g*); die Spreite ist hier nicht gegen die Basis gedreht, sondern hat ungefähr dieselbe horizontale Stellung, wie die Blattpaare *a*, *f* und *i* (das zweite Laubblattpaar); *x*, *x*, *x* die Stellen, wohin das an den Blättern und am Stamme aufgefangene Regenwasser geleitet wird, um dann längs den unterliegenden Haarrändern sich weiter zu verbreiten und festgehalten werden.

PL. III.

Thalictrum simplex L. (Fig. 1—6) und **Rubus Chamæmorus** L. (Fig. 7—9).

Fig. 1. **Thalictrum simplex.** Die Nebenblättchen von der Seite aus gesehen, mit einem Theile des Stengels und den angrenzenden Blättchen ($1\,^1/_2$-mal vergr.)

» 2. **Thalictrum simplex.** Die Nebenblättchenschale, von vorn gesehen, den gefranzten Rand zeigend und die Form der Schale, wenn sie mit Wasser gefüllt ist (dies ist jedoch hier weggenommen).

» 3. **Thalictrum simplex.** Schematisches Bild von einem Blatt mit untersitzender Nebenblättchenschale *x* (siehe den Text)

» 4. **Thalictrum simplex.** Querschnitt durch den äusseren Theil einer Nebenblättchenschale. Die oberen kleineren Zellen sind nach aussen gewendet und werden an der mehr dickwandigen Aussenseite vom Regen nicht genetzt. Die grösseren, dünnwandigen Zellen sind nach innen gekehrt und werden von dem Wasser, womit sie in Berührung kommen, sogleich genetzt.

» 5. **Thalictrum simplex.** Querschnitt durch die Nebenblättchenschale, näher am Stamme. Die Schale ist hier aus mehreren Zellenschichten gebildet und die nach aussen und nach innen gewendeten Zellen zeigen die nämlichen Verschiedenheiten wie bei Fig. 4.

» 6. **Thalictrum simplex.** Ein Theil einer Nebenblättchenschale, die in Wasser gelegen hat. Der Inhalt (Gummi) der abgeschnittenen, nach oben gewendeten Zellen ist aufgelöst und die Zellen erscheinen wasserklar. Die unteren, nicht abgeschnittenen, dunkel gezeichneten Zellen sind angeschwollen, aber ihr Inhalt ist geblieben, so dass sie braun erscheinen.

» 7. **Rubus Chamæmorus**, in naturlicher Grösse und Stellung, die schalenförmigen, wasserauffangenden Blätter zeigend, die an ihren eingesenkten Nerven Wasser festhalten und es längs dem rinnenförmigen Blattstiele nach den schalenförmigen Nebenblättchen leiten, welche an der inneren Seite genetzt werden und Wasser zwischen sich sammeln. Das überlaufende Wasser wird von den dütenförmigen Niederblättern aufgesammelt, die ihre weiteste Öffnung unter dem Zwischenraume der Nebenblättchen haben.

» 8. **Rubus Chamæmorus.** Etwas vergrössertes Bild eines Blattheiles, von der oberen Seite aus gesehen, die eingesenkten wasserfesthaltenden Nerven mit kurzen secretführenden Drüsenzotten zeigend.

» 9. **Rubus Chamæmorus.** Querschnitt durch ein Nebenblättchen mit dickeren Zellwänden an der äusseren Seite als an der inneren.

PL. IV.

Trifolium repens (Fig. 1—7) und **Fraxinus excelsior** (Fig. 8—10).

Fig. 1. **Trifolium repens.** Blatt in Tagesstellung, an der Unterseite der Blättchen Regenwasser (*a*) festhaltend.

» 2. **Trifolium repens.** Blatt in Nachtstellung mit dem Endblatte über die Seitenblätter gefaltet.

» 3. **Trifolium repens.** Unentwickeltes Blatt, die Lage der Blättchen zeigend. Alle nach aussen gewendeten Theile sind mit einem gummi-oder schleimartigen Secret überzogen (Fig. 1—3 natürl. Gr.).

» 4. **Trifolium repens.** Ein halbes Blatt, von der Unterseite aus gesehen, den gefirnissten, mit kurzen secretführenden Zotten und langen gewöhnlichen Haaren versehenen Rand zeigend, der von Wasser genetzt wird. Am Mittelnerven zeigen sich auch die Zotten (5-mal vergr.).

» 5. **Trifolium repens.** Ein Theil des Blattrandes, von unten gesehen. *a* gewöhnliche lange Haare; *b* Blattzähne; *c* secretführende Zotten, an deren Grunde die benachbarten Epidermiszellen fein wellenförmige Membranen haben; *d* punktirte Linien, die Richtung der unterliegenden Gefässbündel angebend (30-mal vergr.).

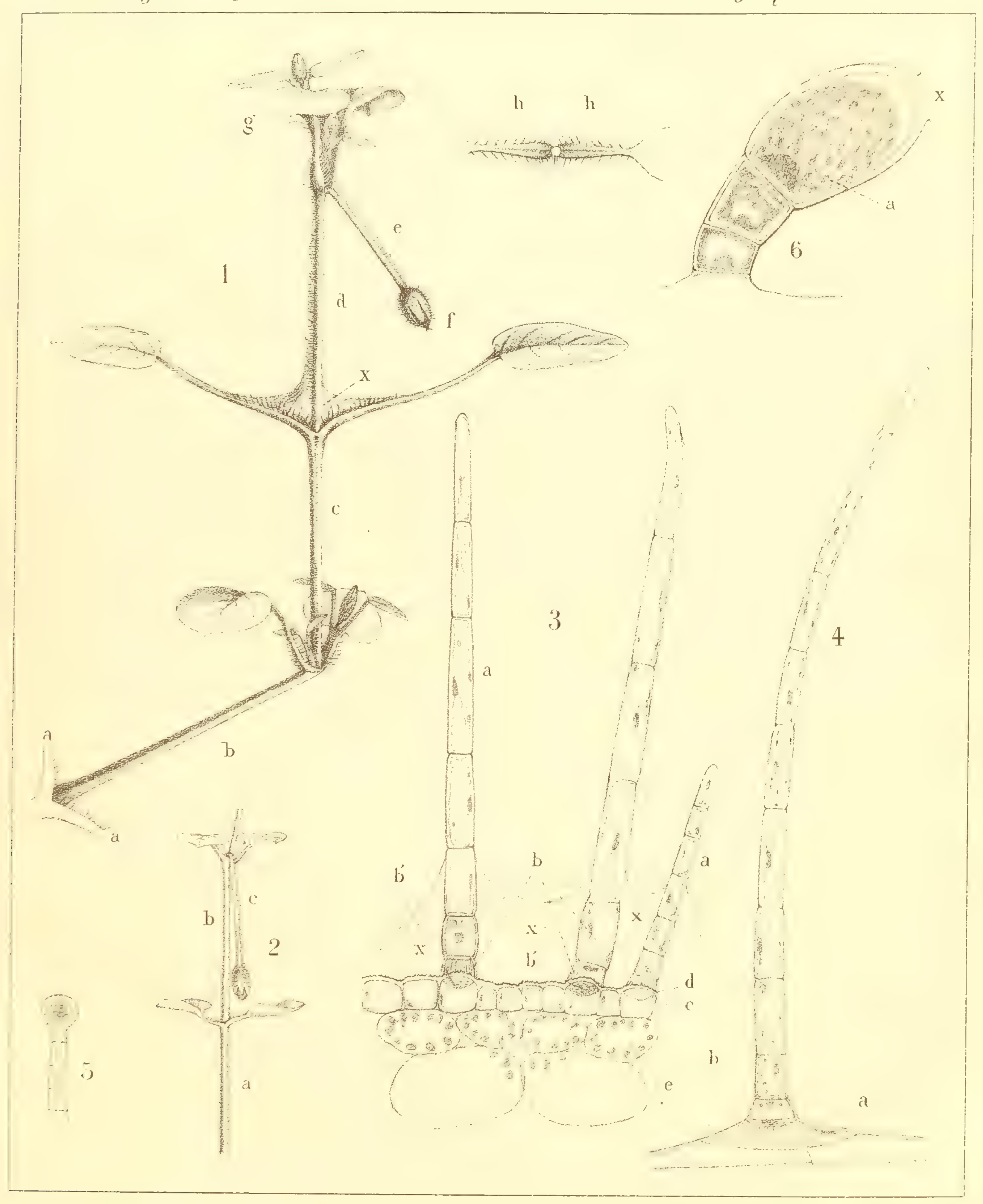
» 6. **Trifolium repens.** Ein Theil der oberen Epidermis der Blättchen, von oben gesehen. Die Epidermiszellen sind halbkugelförmig erhöht, und zwei Spaltöffnungen (Luftporen) erscheinen in den Vertiefungen zwischen ihnen.

» 7. **Trifolium repens.** Ein Theil der unteren Epidermis des Blattrandes. *a* secretführende Zotten; *b* Spaltöffnungen (Wasserporen); *c* gewöhnliche Epidermis zellen; diese sind hier (am Blattrande) flach, nicht erhöht, und ihre Cuticula ist mit einem klebrigen Stoffe überzogen. Die feinen randähnlichen Erhöhungen an der Cuticula gehen radial von der Basis der Zotten *a* aus, und sind eben da am deutlichsten.

» 8. **Fraxinus excelsior.** Ein Theil eines Blattes, die rinnenförmige Basis der Blättchen (*b*, *b*) und die Einsenkung *c* zwischen ihnen an der rinnenförmigen Rhachis *a* zeigend.

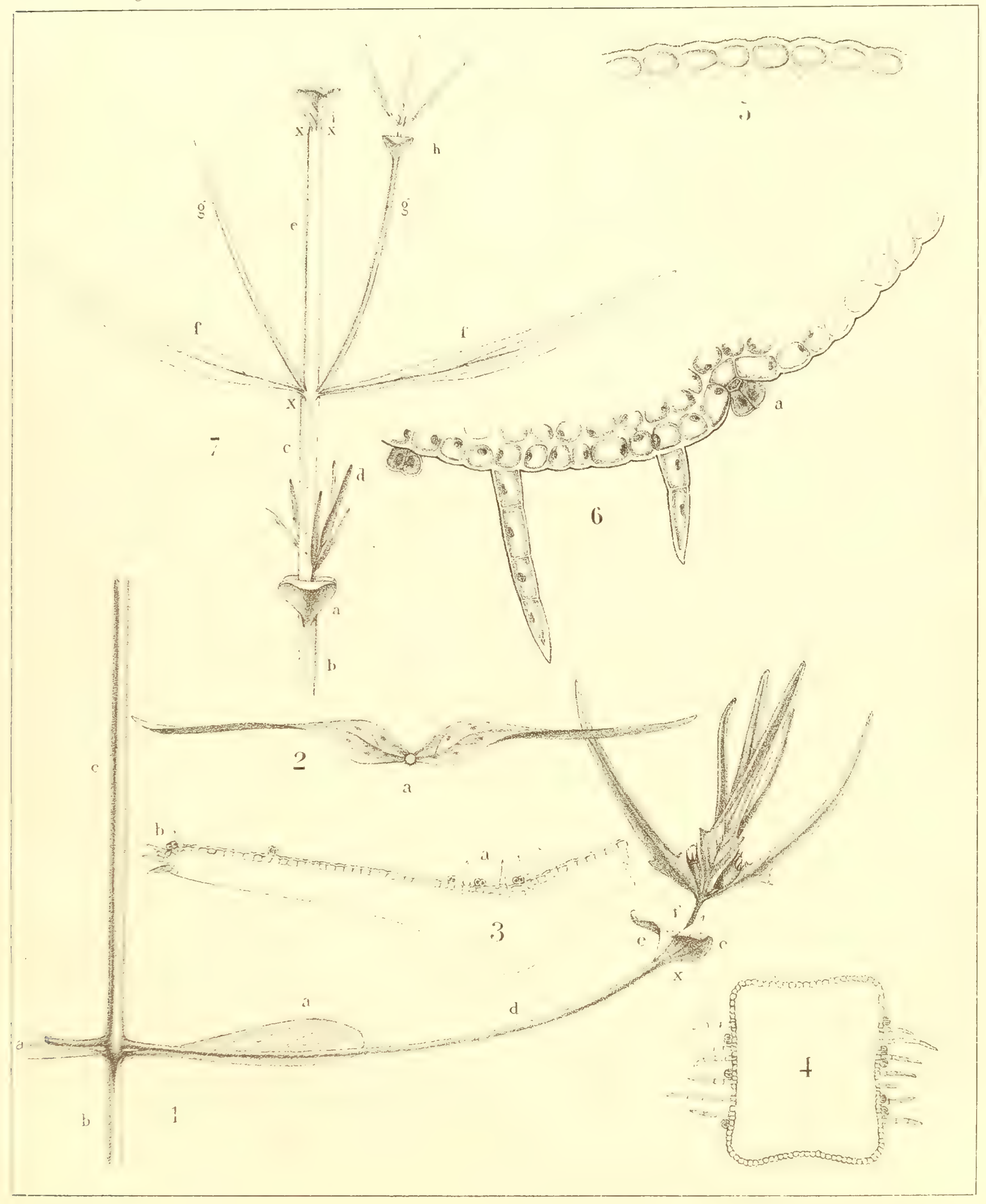
» 9. **Fraxinus excelsior.** Durchschnitt von Rhachis. *a* die geschlossene Rinne, an der inneren Seite mit Haargebilden versehen.

» 10. **Fraxinus excelsior.** Epidermis von der inneren Seite der Rinne. *a* eine schildförmige Schuppe; *b*, *b* gewöhnliche Epidermiszellen.

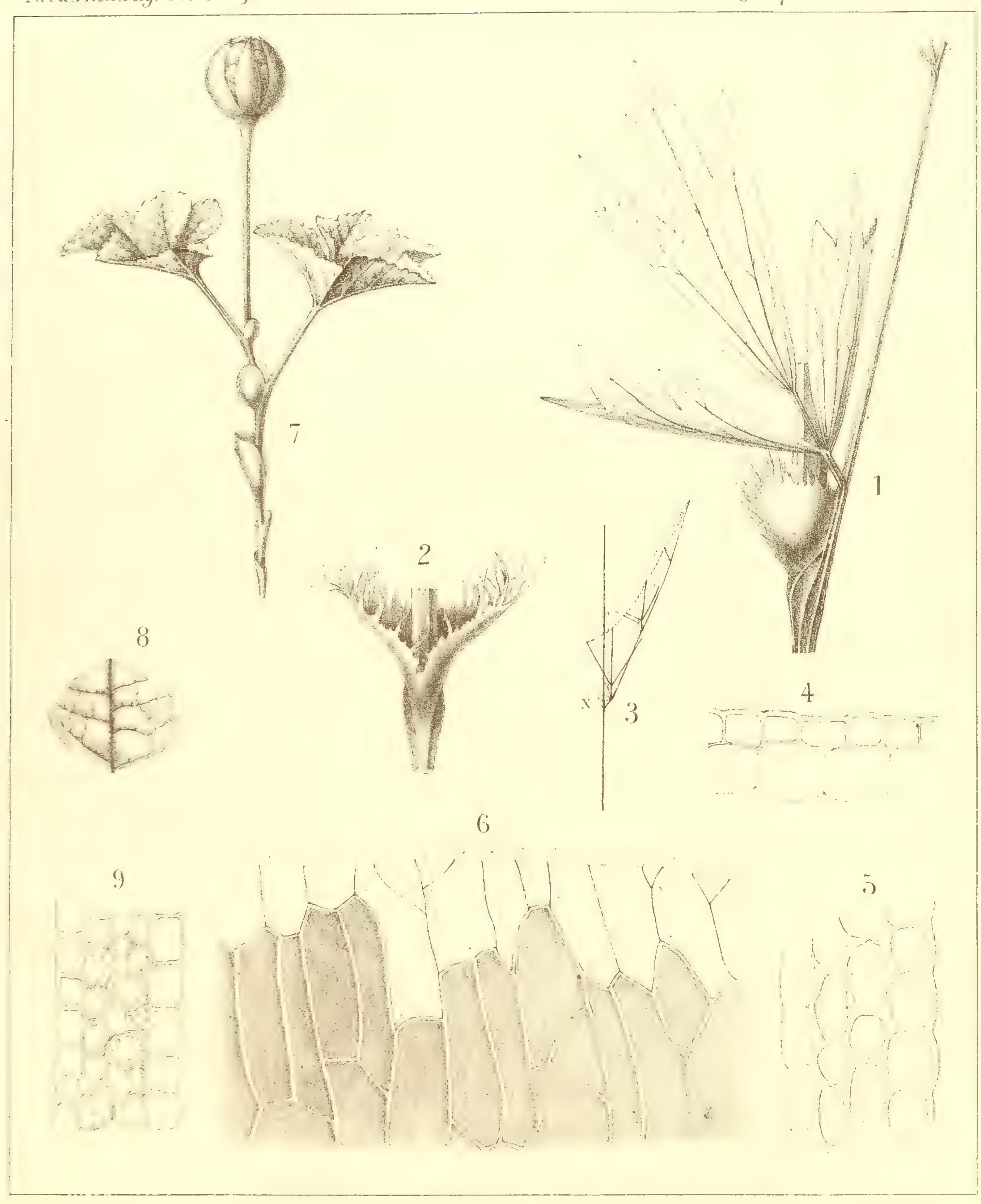


Lundström, del.

Clément et Millot, lith.

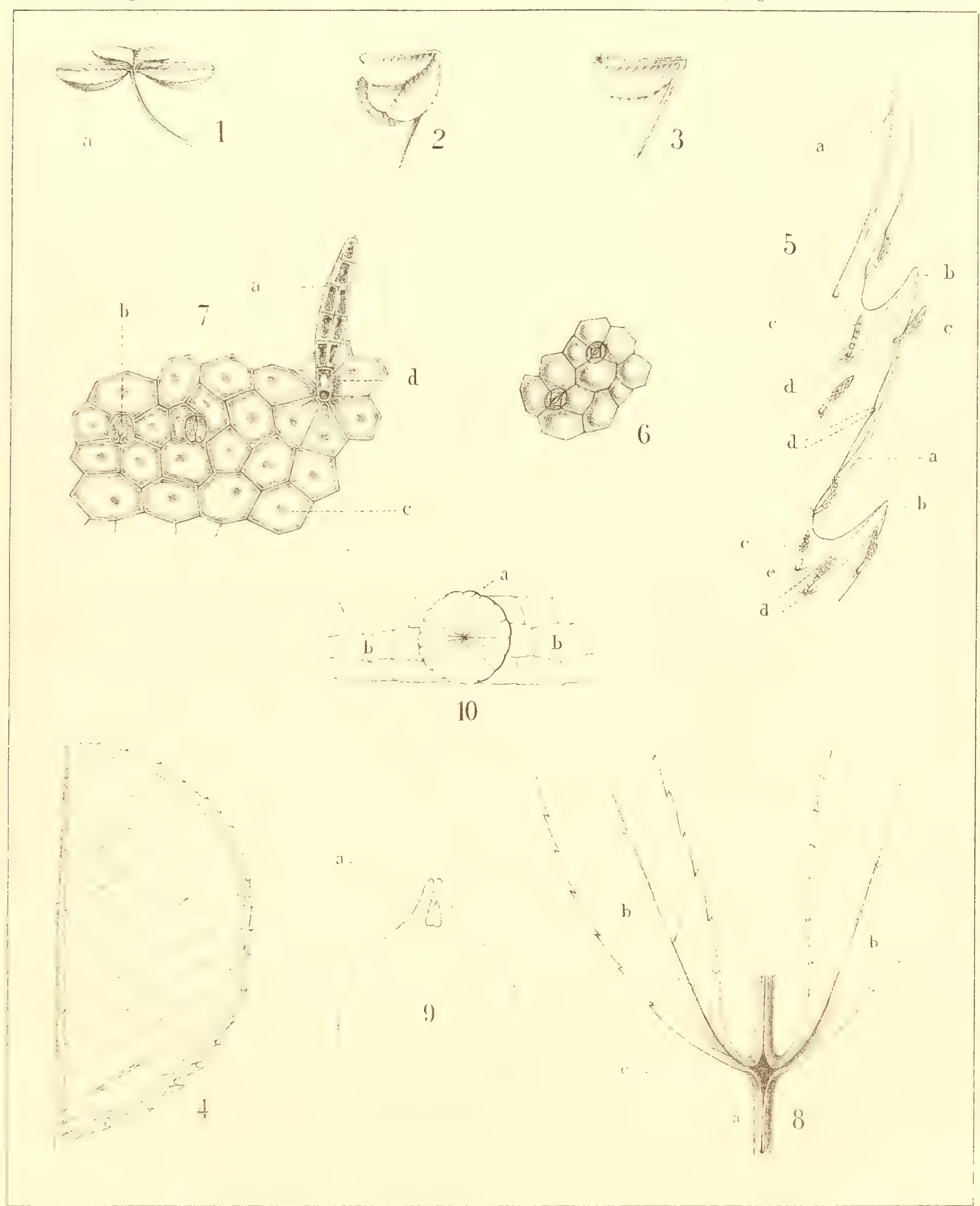


Lundström, del. Clément et Millot. lith.



Lundström, del.

Clément et Millot, lith.



Lundström, del. *Clément et Millot, lith.*





PFLANZENBIOLOGISCHE STUDIEN

VON

AXEL N. LUNDSTRÖM
DOCENT DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT UPSALA.

II

DIE ANPASSUNGEN DER PFLANZEN AN THIERE.

MIT VIER TAFELN.

UPSALA
LUNDEQUIST'sche BUCHHANDLUNG.



PFLANZENBIOLOGISCHE STUDIEN

VON

AXEL N. LUNDSTRÖM

II

DIE ANPASSUNGEN DER PFLANZEN AN THIERE.

MIT VIER TAFELN.

(Der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala mitgetheilt am 22 Sept. 1886).

UPSALA 1887
DRUCK DER AKADEMISCHEN BUCHDRUCKEREI
EDV. BERLING.



INHALTSÜBERSICHT.

Berichtigungen.

S. 8, Zeile 26 u. S. 9, Z. 32 *vepallidus* statt *repallidus*
S. 14, » 27 ausser unter den statt mit Ausnahme der
S. 69, » 4 und 11, S. 71, Z. 8 Myrmecodomatien statt Myrmicodomatien.
S. 69, » 10 Myrmecodia statt Myrmicoda

Die ganze Lebensweise der Gewächse beruht auf Anpassungsverhältnissen, und die morphologische Ausbildung der Organe wird erst unter dem Gesichtspunkt der Anpassung verständlich.

WIESNER.

»Unter den vielen Factoren, in welche die Einwirkungen der Aussenwelt zerlegt werden können», sagt DE BARY,[1]) »sind die Einwirkungen *ungleichnamiger Organismen* auf einander ein besonders hervorragender; *gegenseitige* Anpassungen in besonders hohem Maasse Form und Gewohnheit bestimmend. Die Gestaltung und Einrichtung bienenbesuchter Blumen und der Körperbau ihrer Besucher, ... und tausend ähnliche Verhältnisse werden aus gegenseitiger Anpassung, und nur aus dieser verständlich».

Diese Wechselbeziehungen zwischen differenten Organismen sind wahrlich wunderbar. Sie treten öfters als Genossenschaftsverhältnisse hervor, welche unseren Gedanken von dem bellum omnium *inter omnes*, der ja sonst in der Natur überall so grell hervorleuchtet, hinweg auf die Harmonie und den inneren Zusammenhang leiten, die sich ebenfalls in der reichen Mannigfaltigkeit der Schöpfung offenbaren.

Es liegt der Biologie ob die hierher gehörenden Fragen zu erledigen. Unter den biologischen Forschungsgebieten, welche von CHARLES DARWIN dem Scepter der Intelligenz unterworfen worden, ist zweifelsohne seine Darlegung der vielen Beziehungen zwischen der Thierwelt und der Pflanzenwelt eins der hervorragendsten. Durch einen Zufall kam ich vor etwa sechs Jahren auf dies Gebiet ein, und hatte dann das Glück verschiedene Beobachtungen zu machen, welche darauf hinzudeuten schienen, dass der Zusammenhang zwischen Thieren und Pflanzen sich weit über die von der Wissenschaft damals angenommenen Grenzen erstrecke. Weil aber die Resultate meiner Untersuchungen in manchen Hinsichten

1) *Ueber Symbiose* im Tageblatt der 51 Versammlung Deutsch. Naturf. und Aerzte, pag. 125.

den allgemeinen Anschauungen widerstritten, und ich folglich annehmen musste, dass sie einigem Misstrauen begegnen würden, habe ich deren Veröffentlichung eine längere Zeit hinausgeschoben, um während fortgesetzter Studien in der Natur und wiederholter Untersuchungen so viele Gelegenheiten als möglich zu bekommen die Richtigkeit meiner Angaben zu controliren. Ich glaube jetzt meine Resultate unter dem gemeinsamen Titel: Die Anpassungen der Pflanzen an Thiere, zusammenfassen zu können, und werde hier in der *ersten* Abtheilung die *Domatien* behandeln oder die an mehreren höheren Pflanzen gebildeten Wohnungen für andere Organismen (insbesondere Milben oder Acariden), die im Dienste der Pflanze arbeiten, und in der *zweiten* einige Beobachtungen mittheilen über verkleidete Früchte und über verschiedene myrmicophile Pflanzen.

Einen Theil meiner Untersuchungen habe ich in Nord- und Mittel-Schweden, Ostergotland, Småland und Gotland ausgeführt, wo ich während verschiedener Jahre Reisen gemacht habe theils mit Unterstützung des Sederholmschen Stipendiums und der königl. Akad. der Wissenschaften in Stockholm, theils auf meinen eigenen Kosten; einen anderen Theil habe ich an der botanischen Institution in Upsala betrieben, deren alle Hülfsmittel während dieser ganzen Zeit zu meiner freien Disposition gestanden haben. Die reichhaltigen und wohlgeordneten Sammlungen des Museums wurden mir bereitwilligst zugänglich gemacht, es wurde mir Platz bereitet für in den Gewächshäusern vorzunehmende Culturversuche und die dafür erforderlichen Anordnungen wurden kostenfrei veranstaltet. Es ist mir eine sehr liebe Pflicht dem Prefekt dieser Institution, Prof. Dr. Th. Fries für sein freundliches Interesse und unermüdliches Entgegenkommen hier meinen warmen Dank auszusprechen. Auch bin ich sowohl ihm als den Herren Prof. Dr. F. R. Kjellman, Prof. Dr. S. Berggren, Dr. Alb. Atterberg, Dr. Carl Aurivillius und Dr. Carl Bovallius sehr verbunden wegen vieler werthvollen Räthe und Nachrichten, die ich von ihnen bekommen habe.

I.

VON DOMATIEN.

Unter *Domatien*[1]) verstehe ich alle besondere Bildungen an einem Pflanzentheile oder Umwandlungen eines solchen, welche für andere Organismen bestimmt sind, die als mutualistische Symbionten — d. i. solche Organismen, die »zu den Wirthen, welche sie bewohnen, in einem Verhältniss gegenseitiger Förderung stehen» — einen wesentlicheren Theil ihrer Entwickelung daselbst durchmachen. Diejenigen Domatien, welche hier vorzugsweise werden behandelt werden, sind für Acariden bestimmt, und könnten daher *Acaro-Domatien* benannt werden. Ich werde im ersten Kapitel eine eingehendere Beschreibung einiger domatienführenden Pflanzen geben und eine systematische Übersicht liefern von den übrigen Pflanzen, bei welchen ich derartige Bildungen angetroffen habe, um dann im zweiten Kapitel die Natur dieser Organe und deren Bedeutung für die Pflanze näher zu untersuchen.

KAP. I.

DOMATIENFÜHRENDE PFLANZEN.

Tilia europæa. L. fl. suec. ed. 2.

Bei dieser unserer gewöhnlichen Linde, sowie bei einer grossen Zahl von anderen Linden-Arten, finden sich bekanntlich kleine Haarschöpfe in den Nervenwinkeln[2]) der Blattunterseite (Fig. 1, Taf. I). Dies

1) *δωμάτιον, τό,* Häuschen (dim. von *δῶμα,* Haus).

2) Mit Nervenwinkel wird hier immer der spitzige, gegen die Blattspitze offene Winkel gemeint, den ein Nerv mit einem anderen bildet; sofern nicht anderes deutlich angegeben wird.

ist nichts zufälliges, sondern etwas für diese Pflanzen charakteristisches, wenngleich diese Haare zuweilen an den Sprossen mangeln, welche von älteren Stämmen nahe am Boden getrieben werden; denn die Blätter solcher Sprosse sind ja oft den übrigen Blättern der Pflanze unähnlich sowohl in Form als Epidermisbildungen. Solche haarige Nervenwinkel kommen vorzüglich an der Basis der Blattspreite und längs dem Hauptnerve vor, aber auch längs den beiden untersten Seitennerven, sowie an anderen stärkeren Nervenwinkeln, wo solche gebildet werden. An einem ordinären Blatte finden sie sich in einer Anzahl von 20—30. Während die Blätter jung sind, erscheinen die Haare weiss; an älteren Blättern dagegen sind sie braun. Wenn man diese Haarschöpfe etwas näher prüft, findet man, dass die Haare nicht die ganze, von den hervorspringenden Nerven gebildete Ecke ausfüllen, sondern hauptsächlich an dem oberen Theile von der Seite des Nerves sitzen (Fig. 2 a, Taf. I). Dadurch wird also in der Ecke unter den Haaren ein kleiner, mehr oder weniger dreikantiger *Raum* gebildet, dessen Dach die Blattunterseite ist, dessen Boden die Haare und dessen Wände die Nervenseiten sind. Es ist dies Räumlein mit den nächstliegenden Theilen, welches das *Domatium* bildet. Da die Haare nicht dicht an die Blattspreite gedrückt sind, entsteht eine kleine Öffnung an der Seite des Räumleins, die der Blattspitze zugekehrt ist. Eine solche wird auch oft zwischen den spärlichen Haaren über der Spitze des Nervenwinkels gebildet, besonders bei den Domatien an der Blattbasis.

Fig. 2, Taf. I zeigt uns den anatomischen Bau eines Domatiums mit den nächstliegenden Theilen des Hauptnerves und der Blattspreite, wie er an einem winkelrecht gegen den Hauptnerv genommenen Querschnitte hervortritt (siehe die Erklärung der Figur). Das Dach des Domatiums, das von der Unterseite des Blattes gebildet wird, besteht im Innersten des Nervenwinkels aus kleineren Zellen, welche von der Oberfläche aus gesehen 3—5-seitig sind und Spaltöffnungen mangeln (siehe unten: die metamorphosirte Epidermis). Weiter nach aussen hingegen sind die Zellen des Daches mehr langgestreckt, haben aber immer gerade, nicht gebogene Seitenwände. Es finden sich auch bisweilen einige Spaltöffnungen da, und an den Zellen, welche Leitbündel bedecken, Haarbildungen. Ob der Inhalt dieser Zellen von dem der gewöhnlichen Epidermiszellen der Blattunterseite abweicht, ist schwierig zu entscheiden; indessen scheint es oft, als wäre der Inhalt der Dachzellen in den bewohnten Domatien weniger durchsichtlich (nicht so wasserreich) und nähme leicht eine andere (bräunliche) Farbe an.

Die nächst an dieser Epidermis liegenden chlorophyllführenden Zellen sind durch keine Zwischenräume von einander oder von den Epidermiszellen getrennt, sondern schliessen sich dicht an diese an; die innerhalb jener liegenden Leitungs- und Aufnahmszellen sind bedeutend reducirt und zusammengedrängt, so dass dieser Theil der Blattspreite wahrscheinlich bedeutend weniger transpirirend ist als andere Theile, welche reicher sind an Spaltöffnungen und grössere Zwischenräume zwischen den Zellen besitzen. Die über δ[1]) befindliche Palissadlage und die Epidermiszellen der Oberseite weichen dagegen nicht, soviel ich gefunden, von den entsprechenden Geweben an anderen Stellen des Blattes ab.

Von grösserem Interesse ist indessen der anatomische Bau der Seiten der hervorspringenden Nerven an den Stellen, wo sie die Wände des Domatiums bilden. Wir finden hier zwei Eigenthümlichkeiten, nämlich eine *metamorphosirte* Epidermis (Fig. 2, Taf. I), die ich der Kürze willen *Epithel* benennen will, und die vorher genannten *Haarbildungen* (Fig. 2 a, Taf. I), welche den Boden des Domatiums bilden. Das Epithel besteht aus Zellen, die, wie die Figur zeigt, eng an einander gedrängt sind, sehr dünne Wände und eine dünne gefaltete Cuticula haben, und deren Inhalt an Consistenz dem der anderen Epidermiszellen ungleich ist. Von der Oberfläche aus gesehen, sind sie im Innersten des Domatiums 3—5-seitig und nahezu isodiametrisch. Weiter nach aussen dagegen werden sie mehr langgestreckt mit queren oder zugespitzten Enden und nehmen allmählich dieselbe Form an wie die übrigen Epidermiszellen des Hauptnerves. Es zeigt sich indessen immer an einem Querschnitte ein grosser Unterschied zwischen den letztgenannten (Fig. 2, f.) und den Epithel-Zellen. Diese Zelllage erstreckt sich von den Haaren nach oben gegen das Dach und hat ihre weiteste Ausdehnung im Innersten des δ, wo Dach und Wände nur aus dergleichen Zellen bestehen. Der Zellinhalt erscheint an Schnitten von lebenden Blättern besonders dickflüssig mit einem oder mehreren gerundeten oder polyedrischen Körpern. Ob Vacuolen mit Aggregationen in ihnen vorkommen oder nicht, habe ich mit den optischen Hülfsmitteln, die mir zu Gebote standen, nicht entscheiden können. Dass diese Zellen irgend einen Stoff absondern, habe ich freilich nicht direkt wahrnehmen können, halte es aber nicht für unwahrscheinlich, weil ich bisweilen gesehen habe, wie die in diesen δδ lebenden Milben mit ihren Mundwerkzeugen zusammenscharren, was auf der Cuticula sich findet, ohne jedoch auf irgend eine Weise

1) Der Kürze willen wird hienach Domatium mit δ bezeichnet und Domatien mit δδ.

die Cuticula zu beschädigen. Dass sie absorbirend sind, halte ich auch für nicht unwahrscheinlich, weil der Zellinhalt, wenn Milben in den δδ leben und ihre Excremente gelassen haben, unter den Stellen, wo die Milben einige Zeit gesessen (= unter ihren Excrementen), oft etwas dunkler gefärbt wird. An Schnitten, die einige Zeit in Kaliumacetat gelegen, werden diese Zellen braun. Mit Millons Reagens behandelt, wird der Zellinhalt zuweilen röthlich; es ist aber schwer diese Reaktion deutlich wahrzunehmen, weil die Zellwand selbst so intensiv braun gefärbt wird. Bemerkenswerth ist auch die Veränderung, der die Zellen nächst unter diesem Epithel unterliegen. Sie sind eigentlich mekanisch und langgestreckt und haben dicke Wände, gleichwie die Zellen unter der gewöhnlichen Epidermis (f) der Nerven; dadurch aber, dass auch ihr Inhalt etwas dunkler wird, erscheinen die lichtbrechenden Wände deutlicher und diese ganze Partie fällt leicht auf, wie aus der Figur ersichtlich ist. In mehreren δδ ist die Zahl der Zellen durch weitere Theilung vermehrt worden, und im innersten Theile des δ sind die fraglichen Zellen, welche daselbst fast isodiametrisch sind, durch Wände, die mit der Innenseite des δ parallel sind, in mehrere, reihenweise geordnete Zellen getheilt. Der Inhalt scheint dem der unterliegenden Epithelzellen gleichartig zu sein; möglicherweise findet sich ein Chlorophyllkörper in der einen oder anderen. Unter diesem Zellgewebe liegen saftführende Zellen mit spärlichen Chlorophyllkörnern und Schleimgängen, stärke- und krystallführende Zellen, Bastbündel, und dann weiter nach innen Leptom, Hadrom und Leitparenchym. Ich habe nicht bei diesen Zellen irgend eine eigenthümliche Modification gefunden, die im Zusammenhang mit dem überliegenden δ gestellt werden könnte; nur scheint der Umstand bemerkenswerth, dass der Bastbündel, welcher die centralen Theile des Hauptnerves umschliesst, unter dem δ bedeutend schwächer, ja bisweilen abgebrochen ist. Über den anatomischen Bau des Blattes im Übrigen, siehe Areschoug, Jemförande undersökningar öfver bladets anatomi, pag. 51—57.

Endlich haben die δδ ihre eigenen Haarbildungen. Ehe wir zu einer näheren Beschreibung derselben übergehen, werden wir erst untersuchen, welche verschiedene Haarformen an einem normalen Blatte der Tilia europæa sich finden. Es sind diese 1) *Knospenhaare.* Schon während des Knospenstadiums finden sich am Blatte völlig ausgebildete Haare; denn wenn man im Herbste oder Winter eine Knospe öffnet, erscheinen die Blättchen dicht bedeckt von Haaren, die vorzugsweise auf den Blattnerven der Unterseite sitzen. Diese Haare sind einzellig, langgestreckt, dickwändig, und werden gegen die Spitze allmählich schmäler. Sie bil-

den offenbar einen Schutz für die jungen Blättchen, eine Art von Emballage innerhalb der Knospenschuppen. Sie fallen früher oder später ab und mangeln am vollständig entwickelten Blatte. 2) *Secretionshaare.* An der Oberseite des Blattes, vorzugsweise längs den eingesenkten Nerven, und an der Unterseite längs den Seiten der Nerven und auf den feineren Nerven finden sich sehr dicht stehende, keulenförmige, mehrzellige Haare, welche an die Epidermis des Blattes angebogen sind und einen klebrigen Stoff absondern, der über die angrenzenden Zellen ausläuft und auch vom Regen gelöst und über die Blattfläche leicht verbreitet werden mag. Der Regen verbreitet sich nämlich leicht sowohl über die Oberseite des Blattes, als längs den Nerven der Unterseite, und breitet sich weiter über die Epidermis des Blattes aus, wobei man leicht beobachten kann, wie der Rand des abdünstenden Wassertropfens von dem aufgelösten Secrete mehr dunkelgrün und glänzend wird. Diese Haare gehören nicht dem Knospenstadium an, noch der eigentlichen Assimilationsperiode des Blattes, sondern der zwischenliegenden Zuwachsperiode; nach dieser Zeit vertrocknen sie und fallen gewöhnlich ab. Ich halte es am wahrscheinlichsten, dass ihre Aufgabe ist während der Zuwachsperiode das junge Blatt auf die soeben beschriebene Weise vor allzu starker Abdünstung zu schützen und die Transpiration zu reguliren. 3) *Kreuzweise gestellte Haare* (oder vierarmige Sternhaare). Sie kommen sowohl an der oberen wie besonders an der unteren Seite des Blattes vor. Die einzelnen Haare sind sehr lang und werden von der Basis bis zur Spitze allmählich schmäler; sie sind parallel mit der Blattspreite ausgebreitet. Welche Rolle diese den meisten, vielleicht allen, Tilia-Arten charakteristischen Haare spielen, ist schwer zu entscheiden. Bei Tilia europæa kommen sie, gleichwie die keulenförmigen Secretionshaare, vorzugsweise während der Zuwachsperiode des Blattes vor, und sind dann oft eng angeklebt an die Epidermis mittelst eines Secretes, das von ihren basalen Theilen abgesondert worden. Regenwasser verbreitet sich auch leicht über die Blattfläche durch Adhesion an diesen Haaren, und sie können dadurch bei dieser Art gewissermassen dieselbe Rolle spielen wie die obengenannten (2). Bei anderen Tilia-Arten (z. B. T. alba) bleiben diese Haare in grosser Menge an der Unterseite des Blattes sitzen auch während der Assimilationszeit, ohne genetzt zu werden oder ein Secret über die Epidermis auszubreiten, und haben folglich da irgend eine andere Bedeutung. Endlich finden wir auf den Blättern 4) *Domatium-Haare* (siehe Fig. 2, a, Taf. I). Diese Haare machen, wie oben gesagt worden, den Boden des Domatiums aus, und stehen vorzüglich auf den Seiten der hervorspringenden Nerven, können aber auch gebildet

werden im Domatium an den feinen Nervzweigen, welche sich in dem Theile der Blattspreite befinden, der das Dach des Domatiums bildet. Es stehen gewöhnlich mehrere, wie bei den kreuzgestellten Haaren, bündelweise zusammen; sie legen sich aber nicht parallel mit der Epidermis nieder, sondern bleiben aufrecht. Sie sind länger und dicker als die kreuzgestellten Haare, anfangs weiss, und nicht so spitzig wie diese, werden aber älter braun und oft gekrümmt. Wenn sie jung sind, kann man leicht in ihrer Spitze eine lebhafte Molecularbewegung beobachten, gleich dem was bei den Wurzelhaaren der Fall ist. Sie sind die letzten Haarbildungen des Blattes und desto jünger, je weiter einwärts sie im Domatium sitzen. Sie fungiren deutlich als Schutz für die inneren Theile.

Ausser diesen Haaren kommen in den δδ bisweilen auch die Formen 2) und 3) vor, bieten aber da, soviel ich gefunden, keine bemerkenswerthen Modificationen. Die auf vielen Lindenblättern vorkommenden Haarbildungen, welche Zoocecidien angehören (*Erineum*-Haare), werden hier übergangen, da sie nicht dem normalen Blatte zukommen. Ich will nur bemerken, dass die eben in den δδ oft auftretenden Haare der *Phytoptocecidien* sich von den eigentlichen Domatium-Haaren dadurch unterscheiden, dass sie weicher und dünnwändiger sind und an der Spitze abgerundet. Sie können irgendwo in einem δ entstehen, das von einem Phytoptus in Besitz genommen worden, und *erfüllen bald den ganzen inneren Raum.*

Das somit beschriebene Domatium ist von verschiedenen Milben bewohnt, welche nach der Bestimmung des Docenten Dr. CARL AURIVILLIUS im gewöhnlichsten Falle zu den Arten *Tydeus foliorum* (Schrank) Canestrini et Fanzago und *Gamasus repallidus* Kock gehören. Ueber die Nahrung dieser Thiere und den Bau ihrer Mundwerkzeuge siehe Kap. 2 und Taf. I, Fig. 3—5 nebst der Erklärung der Tafel.

Früh im Sommer, als die Knospen angefangen sich zu entwickeln und die Blätter etwa 2 c.m. lang geworden, verlassen die Milben ihre Winterwohnsitze und begeben sich hinaus auf die Blätter um die neuen Sommerwohnungen in Besitz zu nehmen. Diese sind dann angelegt, aber viel kleiner und ärmer an Haaren als die völlig ausgebildeten Domatien. Wahrscheinlich legt dabei je *eine* Milbe Eier in mehreren δδ, falls die Zahl derselben nicht allzu knapp ist. Die δδ, wo Eier gelegt worden, werden bedeutend grösser und haarreicher als diejenigen, in welchen keine Eier gelegt worden oder aus welchen man sie mit einem kleinen Pinsel weggefegt hat. Oft wird in einem und demselben δ mehr als ein Ei gelegt; ich habe bis 7 gefunden, und wahrscheinlich werden deren

noch mehr gelegt, denn in mehreren δδ habe ich über 30 Milben gezählt. Das Eierlegen dauert wahrscheinlich den ganzen Sommer hindurch, was ich daraus schliesse, dass auch im August—September alle Altersstufen noch representirt sind. Während die Milben sehr jung sind, sitzen sie gewöhnlich eng zusammengedrängt in der innersten Ecke des δ, und leben, falls sie dann etwas verzehren, am wahrscheinlichsten von Stoffen, die etwa in den δδ vorkommen mögen; ich habe jedoch nimmer finden können, dass sie von den älteren Milben gefüttert werden, welche sich da aufhalten, öfters in grosser Menge. Sehr bald wachsen indessen die Beine aus, und sobald alle 8 vollkommen fertig sind, begeben sich die Thierchen hinaus auf Streifzüge auf der Blattspreite um Nahrung zu suchen. Auf Öfverbo in Uppland gelang es mir zu constatiren, dass sie vorzugsweise *in der Nacht* oder bei stärkerer Beschattung in Bewegung sind. Auf denselben Blättern, an deren Oberseite keine oder nur wenige (3—5) Milben während des Tages beobachtet werden konnten, zeigte sich immer, nachdem es dunkel geworden, eine grosse Anzahl sowohl grösserer als kleinerer Individuen, bis zu 30—50, in besonders lebhafter Bewegung. Sie laufen mit unglaublicher Schnelligkeit sowohl längs den Nerven, als hinaus auf die zwischenliegenden Felder, bleiben plötzlich hier und da stehen um zu fressen, und scharren dann mit ihren Mundwerkzeugen zusammen, was sich auf der Cuticula befinden mag; ich habe dies mittelst Anwendung von binoculärem Microscope beobachten können. Die Individuen, welche auf der Oberseite des Blattes ihre Nahrung suchen, wohnen vorzüglich an der Basis der Blattspreite, wo sie mit Leichtigkeit von der Unterseite hinaufkriechen können; sie kehren auch gewöhnlich auf demselben Wege nach Hause zurück. Auf der Unterseite sind die Milben freilich auch während des Tages in Bewegung, aber nicht so viel als in der Nacht. Dass gewisse andere Milben auch lichtscheu sind, habe ich daraus gefunden, dass eine Menge von solchen Thierchen, welche sich auf der Aussenseite eines Blumentopfes aufhielten, sich immer nach dem beschatteten Theile verkrochen, sobald als sie dem Lichte zugekehrt wurden.

Wenn *Tydeus foliorum* und *Gamasus repallidus* ruhen sollen, halten sie sich im gewöhnlichsten Falle im Domatium auf. Da bleiben sie auch während ihrer Häutung, was daraus hervorgeht, dass sich immer eine Menge Häute in den δδ finden. Die δδ sind demnach wirkliche Wohnungen. Aber die Thierchen lassen daselbst auch ihre Excremente. Diese sind der Form nach flüssig, milchähnlich, können aber auch oft etwas festere Ballen enthalten. Die Wände des δ werden nicht irgendwie von den Thierchen beschädigt, ja sogar am Ende des Sommers ist an ihnen keine

nachtheilige Einwirkung zu gewahren. Zur Zeit des Laubfalles nimmt indessen das Domatium bisweilen ein verändertes Aussehen an: die Haare, welche vorher den inneren Raum bedeckt und geschützt haben, biegen sich nach oben und hinten, so dass die Thierchen nicht länger den vorigen Schutz erhalten können. Ein Theil derselben verlassen dann oder schon früher die δδ und begeben sich auf die Zweige, Knospen und Früchte, wo sie überwintern. Die Mehrzahl stirbt doch wahrscheinlich ab am Ende des Sommers, weil so wenige Milben im Frühling auf dem jungen Blatte erscheinen. Wenn das Blatt gefallen ist, stehen die δδ leer und öde, als verlassene Sommerwohnsitze.

Ausser Milben finden sich oft in den δδ Pollenkörner anemophiler Pflanzen, Pilzsporen u. dergl. Über die Bedeutung der Domatien und der Milben für die Pflanze, siehe Kap. 2.

Alnus glutinosa Gærtn., **Acer platanoides** L., **Ulmus montana,** With. und **Corylus Avellana.** L.

An den jungen klebrigen Blättern des *Alnus glutinosa* Gærtn. erscheinen keine δδ; bald aber werden solche in Form von Haarschöpfchen in den Nervenwinkeln längs dem Hauptnerve gebildet. Diese δδ sind äusserlich denen der *Tilia europæa* ähnlich, unterscheiden sich aber wesentlich von diesen durch ihre Haare, welche bei *Alnus* mehrzellig sind, und durch die Epidermis der Wände, welche bei *Alnus* der übrigen Epidermis der Blattunterseite ziemlich nahe gleicht. Eine schwache Andeutung von metamorphosirter Epidermis findet sich indessen an den Seiten der hervorspringenden Nerven, obwohl die Zellen dieser Epidermis bei weitem nicht so dünnwändig und an Blattquerschnitten so langgestreckt sind, wie bei *Tilia*. Die subepidermalen Gewebe des δ bieten auch keine merkbare Differenzirung. Die δδ sind immer von Milben bewohnt, welche denen der Tilia sehr ähnlich sind. Dass die Milben wirklich in den δδ wohnen, ist aus den reichlichen Überresten nach Häutungen ersichtlich. An mehreren δδ sind die Haare über der Spitze des Nervenwinkels so placirt, dass sie eine kleine gerundete Öffnung frei lassen, durch welche die Milbe hineinkommen kann.

Gleichwie bei Tilia, werden auch hier die δδ oft von einem *Phytoptus* angegriffen, der dann eine Cecidiumbildung verursacht. Diese ist

schon an der Blattoberseite merklich, wo über den Nervenwinkeln ungleichförmige Knötchen entstehen, die ihre grüne Farbe bald verlieren. Die Innenseite des Cecidiums bietet auch ein ganz anderes Aussehen dar, als die eines Domatiums; denn, ausserdem dass Haarbildungen überall an den Wänden entstehen, werden von diesen Thierchen nicht nur Epidermiszellen, sondern auch unterliegende Zellen verstört. Und diejenigen Haare, welche in den Cecidien gebildet werden, haben ein *ganz anderes* Aussehen als die Domatiumhaare; denn sie sind *einzellig*, an der Spitze abgestumpft, 2—4-mal dicker, mehr dünnwändig, und unregelmässig gebogen. Ich habe niemals einen *Phytoptus* in einem gewöhnlichen bewohnten Domatium gefunden, obwohl Domatien und Cecidien an demselben Blatte vorkommen können. Es ist somit möglich, dass die Milben in diesen Domatien den Nervenwinkel gegen *Phytoptus*-Arten schützen und dadurch der Bildung von Cecidien vorbeugen.

Bei *Acer platanoides* L. finden sich δδ an der Blattunterseite in Form von haarigen Nervenwinkeln, besonders an der Blattbasis, aber auch längs den Hauptnerven. Die δδ sind auch in mehreren Hinsichten denen der *Tilia* ähnlich, weichen aber dadurch von diesen ab, dass die Domatium-Haare des *Acer* mehr-(8—12-)zellig sind, woneben die Innenseite jenes *deutliche* Epithel mangelt, das bei Tilia vorhanden ist. Im Innersten des δ sind die Wandzellen oft getheilt, so dass die Epidermis mehrschichtig wird. Die Zellen der subepidermalen Schicht werden am öftesten vergrössert, schliessen sich der Epidermis eng an und mangeln Chlorophyllkörper.

Die an der Blattbasis belegenen δδ sind oft schön purpurroth gefärbt. Es ist schwer zu entscheiden, ob dies irgend eine Bedeutung für das δ hat. Die in diesen δδ gewöhnlich vorkommenden Milben sind von rothgelber Farbe; neben ihnen trifft man indessen oft einen *Phytoptus* an, welcher jedoch eine nachtheilige Einwirkung auf die δδ auszuüben scheint, weil der lamināre Theil dann oft schwarz wird und vertrocknet. Indessen habe ich hier keine Cecidiumbildung wahrnehmen können. Ob diese δδ erst dann angelegt werden, als ein Thierei schon in den Nervenwinkel niedergelegt worden, oder schon früher in gewissem Grade ausgebildet werden, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden.

Bewohnte haarige Nervenwinkel kommen auch bei *Ulmus montana* With. vor. Die Milben, die sich hier finden, nehmen, gleichwie die Milben bei Tilia, Wanderungen auch auf der Oberseite des Blattes vor. Die Domatien gleichen, sowohl dem Äusseren wie dem Inneren nach, denen des *Alnus glutinosa;* jedoch wird der Boden grossentheils von dem über-

ragenden Nerve gebildet, wodurch sie etwas dütenförmig werden. Die Epidermis löst sich oft von der nächstoberen Schicht ab, und die Zellen, welche an die dadurch gebildete Öffnung anstossen, wachsen oft heraus und bekommen kleine, durchsichtige, warzenähnliche Erhöhungen an der Aussenseite der Zellwand. Da aber dergleichen Zellen auch an anderen Stellen unter der Epidermis längs dem Hauptnerve gebildet werden, ist es wahrscheinlich, dass sie in keinem direkten Zusammenhange mit der Domatienbildung stehen.

Corylus Avellana L. hat haarige Nervenwinkel, die jedoch dem blossen Auge nicht so deutlich sind, wie bei *Tilia.* Die ganze Unterseite des Blattes ist mit Härchen versehen, die Haare sind aber deutlich am reichsten nicht nur in den Nervenwinkeln, die am Mittelnerve liegen, sondern auch in den kleineren an den Seitennerven. Die δδ sind in ihrem anatomischen Bau denen der *Tilia* ähnlich, weichen aber dadurch ab, dass der obere Rand des Hauptnerves und des Seitennerves zu einem Boden zusammengeschmolzen sind, der demnach hier nicht von den Haaren allein gebildet wird. Die δδ bekommen somit die Gestalt von Dütchen. Der laminäre Theil, oder das Dach, ist rein *grün,* glänzend, nicht blassgrün wie die Epidermis der Unterseite im Übrigen, und die subepidermalen Gewebe desselben haben hier keinen abweichenden Bau. Normale δδ habe ich nie von *Phytoptus*-Arten bewohnt gefunden.

Prunus Padus L. und *Fagus silvatica* L. haben auch oft behaarte Nervenwinkel, welche, gleichwie die der obengenannten Pflanzen, am öftesten bewohnt sind; sie kommen aber nicht constant vor und erreichen nicht dieselbe Stufe der Entwickelung, wie diese. Die Symbiose, die hier Statt findet, dürfte für die Blätter mehr oder weniger sich dem Indifferentismus nähern, wofern wir nicht hier acarophile Pflanzen ohne deutliche Anpassungen haben.

Quercus Robur L.

Die Blätter dieser Eiche haben ursprünglich nur je *zwei* Domatien in Form von zwei kleinen *Zurückbiegungen* der Blattspreite an der Blattbasis (siehe Fig. 11, Taf. II). Diese δδ finden sich schon am jungen Blatte beim Ausschlagen der Knospen und sind immer von Milben bewohnt, die jedoch nicht auf irgend eine Weise diesen Theil der Blatt-

spreite beschädigen oder deformiren. Die Thierchen machen Wanderungen, gleichwie die Milben der Linde.

Hinsichtlich ihres anatomischen Baues bieten diese δδ keine solche Eigenthümlichkeiten, wie die vorher beschriebenen. Der zurückgebogene Theil der Blattspreite hat, soviel ich habe sehen können, ganz denselben Bau, wie die übrige Blattspreite, und an der Innenseite des δ finden sich Spaltöffnungen und Haare, welche den an der Blattunterseite ausserhalb des δ vorkommenden gleich sind. Die Haare, aus vier an einander gereihten Zellen bestehend, fungiren besonders während der Zuwachsperiode des Blattes und spielen wahrscheinlich dieselbe Rolle, wie die bei Tilia (siehe oben S. 7) erörterten Secretionshaare; sie fallen ab, als die Blätter älter werden. Möglicherweise sind die gewöhnlichen Epidermiszellen an den Wänden des δ nicht so herabgedrückt, sondern etwas höher als die entsprechenden Zellen ausserhalb an der Unterseite des Blattes; dies mag aber auf der Einrollung selbst beruhen. Die inneren Zellgewebe weisen auch keine Eigenthümlichkeiten auf. Auch in diesen δδ sammeln sich oft, ausser den Excrementen der Milben, eine Menge Pilzsporen, Pollen u. dergl., was besonders im vorgerückteren Sommer leicht beobachtet werden kann. Ob eine Absorption von Seiten des Blattes hier vorkommt, wage ich nicht zu entscheiden. Wenn die Blätter älter werden, bilden sich bisweilen in den Nervenwinkeln kleine δδ mit einigen schützenden Haaren. Diese δδ entstehen am wahrscheinlichsten, nachdem die Thierchen dahingekommen sind, und scheinen bei dieser Art mehr zufällig zu sein.

Psychotria daphnoides Cunningh. und **Coprosma Baueriana** Endl.

Wenngleich man bisweilen sich ein wenig zweifelhaft fühlen mag betreffs der Entstehung und der wahren Natur der Domatien und deren constanten Vorkommens, falls man sich nur an die nordeuropäische Flora hält, schwindet dennoch jeder Zweifel in dieser Hinsicht bei einer näheren Untersuchung von diesen beiden, in Gewächshäusern oft vorkommenden, Rubiaceen aus Neu-Holland und Neu-Zeeland.

Von *Psychotria daphnoides* Cunningh. habe ich lebende Exemplare aus dem botanischen Garten zu Upsala untersucht, ausser einer Menge von Herbarium-Exemplaren. Die δδ dieser Pflanze (siehe Fig. 1—3, Taf. III) haben eine besonders hohe Stufe der Entwickelung erreicht; sie stehen

in dieser Hinsicht am höchsten unter den an lebendem Materiale von mir untersuchten. Sie kommen, wie gewöhnlich, in den Nervenwinkeln an der Blattunterseite vor, in Form von *Grübchen*. Bisweilen können sie kaum mit unbewaffnetem Auge entdeckt werden, besonders wenn die Haare, welche an ihrer Mündung vorkommen, über dieselbe hinausgestreckt sind in demselben Plan, wie die Unterseite des Blattes. Sind die Haare dagegen aufrecht oder zurückgebogen, so zeigt sich leicht die kleine Öffnung, die sich nach innen zu einem verhältnissmässig sehr geräumigen δ erweitert. Die Haare sind 1—mehrzellig, dickwändig und mit einer deutlichen Cuticula versehen, und finden sich gewöhnlich nur bei der Mündung an dem hervorragenden Rande (siehe Fig. 2, b). Seltener ist das Vorkommen der Haare weiter nach innen in den δδ. Die Epidermiszellen der Innenseite weichen, wie aus der Figur ersichtlich, in Form bedeutend von den gewöhnlichen Zellen der Blattunterseite ab. Nächst an der Mündung auf dem haartragenden Rande sind sie weniger dünnwändig; sie sind halbkugelförmig erhöht, wenn der Rand die von der Figur gezeigte Stellung einnimmt. Dagegen sind diese Erhöhungen kleiner, wenn der Rand nach aussen gebogen ist, so dass das δ offen steht. Dieser Bau steht mit dem Mechanismus, der das δ öffnet und schliesst, im Zusammenhang. Der übrige Theil von der Epidermis der Innenseite, das Epithel, welches das Dach und die Seitenwände bekleidet, ist auf ganz andere Weise metamorphosirt. Hier sind die Zellen so dünnwändig und weich, dass dieses ganze Epithel *oft* zu einer zusammenhängenden, gelatinösen Masse zusammenfällt, welche wie ein Häutchen über den subepidermalen Zelllagen liegt. Die subepidermalen Gewebe schliessen sich diesem Epithel in den bewohnten δδ eng an; luftführende Zwischenräume giebt es nicht, mit Ausnahme der Spaltöffnungen, die jedoch *sehr spärlich* vorkommen, ja vielleicht gänzlich mangeln bei Exemplaren aus der eigentlichen Heimath dieser Pflanzen. Dies Gewebe spielt demnach nicht dieselbe Rolle, wie die übrigen subepidermalen Gewebe der Unterseite. Die Wände sind etwas verdickt und der Inhalt ist ein feinkörniges, dickflüssiges Plasma mit Safträumen, aber ohne Chlorophyllkörper. Ich habe keine merkbare Zuckerabsonderung wahrnehmen können, weder im δ, noch in den angrenzenden Geweben. Indessen ist es möglich, dass irgend ein Stoff an der Innenseite des δ ausgesondert wird; dafür spricht ihre glänzende, dunkelgrüne Farbe, sowie der Umstand, dass die Cuticula an der Innenseite des δ von Chlorzink-Jodlösung fleckenweise braun gefärbt wird, was indessen auf der obengenannten Metamorphose beruhen kann. Für das Stattfinden einer Absorption

spricht die Thatsache, dass der Inhalt derjenigen Zellen, über welchen Thierexcremente einige Zeit gelegen haben, ein verändertes Aussehen bekommt. Unter der Epidermis der Oberseite liegen zwei Pallisadenschichten, Aufnahmszellen und ein Zuleitungsgewebe aus mehrarmigen Zellen, unter welchen oft Raphidenschläuche vorkommen, sowie ein oder anderer kleiner Gefässbündel, der von einer Parenchymscheide umgeben ist.

Besonders charakteristisch für diese δδ ist ihre oben erwähnte Fähigkeit sich zu öffnen und zu schliessen. Diese Erscheinung steht natürlich im Zusammenhang mit einer veränderten Spannung der Gewebe. Ich habe sie mehrmals beobachtet, ohne jedoch mit Gewissheit die äusseren Factoren, welche dieselbe hervorrufen, ausfindig machen zu können. An jüngeren Blättern sind die δδ gewöhnlich geschlossen, an älteren dagegen am öftesten offen; wenn das Blatt einer starken Transpiration ausgesetzt worden, öffnen sich die δδ. An gewissen Blättern hat es mir gescheint, als stände das Öffnen der δδ im Zusammenhang mit der Anwesenheit der Acariden in den δδ; an anderen Blättern dagegen habe ich dies nicht constatiren können. Ich habe keine Regelmässigkeit im Öffnen und Schliessen wahrnehmen können an den in Wohnzimmern erzogenen Exemplaren, halte es aber nicht für unwahrscheinlich, dass der Wechsel von Tag und Nacht in dieser Beziehung bedeutsam sei, besonders mit Hinsicht auf den von mir an der Linde constatirten Umstand, dass gewisse Milben vorzugsweise während der Nacht in Bewegung sind. Es wird aber schwer werden zu entscheiden, wie die Sache sich verhält, ohne Gelegenheit das Verhältniss in der freien Natur zu beobachten.

Ich habe ein etwa 2 met. hohes Exemplar dieser Art sechs Jahre in einem Wohnzimmer gehalten. Als es dort aus dem botanischen Garten zu Upsala eingetragen wurde, waren die δδ meistentheils bewohnt; nachher aber sind die Milben fast gänzlich verschwunden, theils dadurch dass sie mit einem Pinsel weggefegt worden, theils durch Rauchen entfernt, theils durch Abschneiden der älteren Blätter u. s. w. Es ist eigenthümlich gewesen zu sehen, wie die unbewohnten δδ an den neuen Sprossen sich allmählich verändert haben: die Haarbildungen sind fast gänzlich geschwunden, die Öffnung hat sich erweitert und das Innere des δ selbst ist in eine seichte, schalenförmige Einsenkung übergegangen, einen kleinen Flecken, dessen am meisten auffallender Charakter die dunkelgrüne, glänzende Oberfläche ist, ja an gewissen Blättern sind die δδ beinahe vollständig verschwunden und die Epidermis in den Nervenwinkeln hat allmählich dasselbe Aussehen angenommen, wie sonst an der

Unterseite des Blattes. Die δδ hinwieder, welche bewohnt blieben, haben die normale Form beibehalten. Aus diesen Thatsachen darf meiner Ansicht nach gefolgert werden, dass, wenn die betreffenden Organe an einem Sprosse keine Gelegenheit finden zu fungiren, d. h. nicht bewohnt werden, werden auch die δδ an den folgenden Seitensprossen mehr und mehr rudimentär, bis sie endlich schwinden[1]). Daraus folgt auch, dass die Bedeutsamkeit der δδ im Zusammenhang steht mit den Thierchen, von welchen sie bewohnt sind. Fig. 3, Taf. III bietet einen Querschnitt durch ein solches unbewohntes, verändertes δ. Die Epidermis ist reicher an Spaltöffnungen und die Zellen der subepidermalen Gewebe, welche bei den normalen δδ sich eng an einander und an die Epidermis anschliessen, sind chlorophyllführend, an luftführenden Gängen reich und mit in horizontaler Richtung gestreckten Armen versehen, gleich dem anatomischen Bau unter der gewöhnlichen Epidermis.

Coprosma Baueriana Endl. hat auch δδ in den Nervenwinkeln (siehe Fig. 1, Taf. II). Diese δδ sind im wesentlichen den oben beschriebenen der Psychotria ähnlich, unterscheiden sich aber durch die Mündung, welche gerundet ist und beinahe haarlos (wenigstens an den cultivirten Exemplaren, die ich Gelegenheit gehabt habe zu untersuchen), sowie dadurch dass sie unfähig sind sich zu öffnen und zu schliessen. Die Epidermis wird hie und da zweischichtig (wie bei gewissen Rhamnus-Arten; siehe im Folgenden) und die subepidermalen Gewebe verhalten sich wie bei Psychotria daphnoides. Besonders deutlich ist die ungleiche Färbung der Innenseite der Domatien bei Behandlung mit Chlorzink-Jodlösung. Im Übrigen sind diese δδ denen der Coffea arabica sehr ähnlich, welche ich unten ausführlicher beschreiben werde. Es wäre voreilig, nur aus Beobachtungen an

---

1) Beinahe dasselbe Verhältniss tritt bei Utricularia-Arten ein, wenn sie längere Zeit in reinem Wasser aufgezogen werden. Die bekannten Blasen werden klein und unbedeutend, und spielen augenscheinlich gar nicht dieselbe Rolle, wie bei den in der freien Natur lebenden Individuen. Seinem Platze nach entspricht auch ein δ nahezu einer Blase der *Utricularia major*, wo die Blase bekanntlich im Winkel zwischen zwei Blattzipfeln sitzt. Und stellt man sich vor, dass ein Blatt von Psychotria würde transformirt werden zu einem submersen, vieltheiligen Blatte, so würde ein δ zu einer solchen Blase werden. Bemerkenswerth ist hier was de Bary l. c. p. 125—6 sagt:

»Es würde schwerlich viel Zeit erfordern, die Blatthöhle in Azolla, welche ohne die Anabæna, man muss sagen keinen Sinn hätte, durch Entfernung der letzteren verschwinden zu machen; das hat aber allerdings seine bisher unüberwundene Schwierigkeit in der Unmöglichkeit, den kleinen fest anhaftenden Gast von den zarten Zweigenden ohne Verletzung dieser wegzunehmen. Es fehlt aber nicht an besser zugänglichen Fällen».

cultivirten Exemplaren den Schluss zu ziehen, dass die ∂∂ dieser beiden Arten normal bewohnt sind[1]). Aber Prof. S. BERGGREN, welcher selbst auf Neu-Zeeland diese Pflanzen, insbesondere Coprosma-Arten, studirt hat, hat mir freundlichst mitgetheilt, dass die an den Blättern mehrerer hieher gehörenden Arten (siehe im Folgenden: Rubiaceæ) so allgemein vorkommenden Grübchen *normal* mit Thierchen bevölkert sind. Ich selbst habe eine ganze Menge von getrockneten Exemplaren aus verschiedenen Ländern und Zeiten untersucht, ohne auch ein einziges domatienführendes Blatt anzutreffen, das nicht Reste von Milben zeigte.

Coffea arabica L.

Die Domatien dieser Pflanze treten, gleichwie die der *Coprosma Baueriana*, regelmässig in den Winkeln der grösseren Nervenzweigen auf, etwa 12 an jedem Blatte, und haben eine kleine, gerundete oder längliche, dem blossen Auge kaum sichtbare Öffnung, welche am Rande und unmittelbar ausserhalb desselben einige einzelligen, dickwändigen, zugespitzten Haare trägt. Es giebt *keine* Spaltöffnungen an der nächst der Öffnung belegenen Epidermis, noch an der Innenseite der ∂∂, deren Zellen beinahe isodiametrisch sind, 4—5-seitig, mit zuweilen etwas wellenförmigen Seitenwänden. Die Cuticula dieses *Epithels* ist bedeutend dünner als an den gewöhnlichen Epidermiszellen der Unterseite; der Zellinhalt ist ein sehr dickes Wandplasma. Bei mehreren Zellen, insbesondere bei denen, welche unter den Thierexcrementen und Häuten liegen, finden sich ausserdem bisweilen kleine Körper, die möglicherweise derselben Art sind, wie die von DARWIN[2]) erwähnten »aggregated masses». Wenn die Zellen lebendig sind, kann man nämlich oft in ihren Vacuolen kleine gerundete oder polyedrische Körper wahrnehmen, welche dieselbe Form (und Beschaffenheit?) haben, wie die von DE VRIES[3]) in der Botan. Zeitung Jahrg. XLII, Taf. I. abgebildeten, und sich in lebhafter Bewegung befinden. Plasmolytisch verhalten sich diese Zellen etwas anders, als die übrigen Epidermiszellen. Geschieht die Plasmolyse

1) *C. Baueriana,* welche oft als Zierpflanze in Wohnzimmern cultivirt wird, mangelt dort nicht selten Milben.

2) Insectivorous Plants. Chapter III.

3) Ueber die Aggregation im Protoplasma von Drosera rotundifolia. Bot. Zeit. 1886, N:o 1—4.

nach Einwirken von Kaliumacetat, so wird der contrahirte Protoplast schliesslich etwas bräunlich und erscheint mehr compact, als in den gewöhnlichen Zellen.

Die dem Epithel der δδ am nächsten liegende Zellschicht ist aus kubischen Zellen gebildet, welche ohne Zwischenräume dem Epithel anliegen und nur spärliche Chlorophyllkörner führen; sie weichen demnach bedeutend von der Zellschicht ab, die sonst an der Unterseite der Blätter nächst der Epidermis belegen ist und sich durch chlorophyllführende Zellen und grosse Zwischenräume auszeichnet. Es kommt hier keine beträchtlichere Wandverdickung (wie bei *Rhamnus Alaternus*) vor. Bei jüngeren Blättern, d. h. denen, welche eine Länge von 1—3 cm. erreicht haben, scheinen noch mehrere Zellschichten unterhalb der Epidermis der δδ sich auf dieselbe Weise zu verhalten und Zwischenräume zu mangeln; aber bald genug trennen sich diese Zellen durch Zwischenräume von einander, wie bei einem gewöhnlichen pneumatischen Gewebe, und werden chlorophyllführend.

Die Domatien werden sehr früh angelegt in Form von kleinen Einbuchtungen; sie sind dann, wie die ganze übrige Epidermis, von einem wachs- oder fettartigen Secret überzogen, das der Oberfläche des Blattes deren glänzendes Aussehen verleiht. Dies Secret ist *nicht* ganz gleichförmig über das Epithel vertheilt, so dass dies bei Behandlung mit Chlorzink-Jodlösung mehr oder weniger dunkelbraune Flecken zeigt. An der Innenseite der δδ finden sich zwar — wie bei *Psychotria* und *Coprosma* — grosse Ungleichheiten in dieser Hinsicht, ich habe aber nie kleinere Flecken mit abgeworfener Cuticula, wie BATALIN [1]) in den Schläuchen von *Sarracenia* und *Darlingtonia* gefunden hat, entdecken können.

An den von mir untersuchten Blättern habe ich nie Merkmale von Bissen oder Stichen an der Innenseite der δδ finden können. Wo Milbeneier angetroffen wurden, lagen sie *nie* unter der Epidermis, wie bei einer grossen Zahl von *Phytoptocecidien* der Fall ist [2]). Die untersuchten δδ haben gewöhnlich 10—12 Milbenhäute enthalten, die bei auffallendem Lichte weissglänzend erscheinen und folglich Luft enthalten; dies beweist, dass eine Häutung stattgefunden hat, und dass jene Reste nicht von Thierchen herrühren, welche gefangen und getödtet worden; denn in dem Falle wäre das Vorkommen von Luft innerhalb der Haut nicht so leicht erklärlich. Nur ein paarmale habe ich Theile von todten

1) BATALIN, Über die Funktion der Epidermis in den Schläuchen von Sarracenia und Darlingtonia.

2) SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 2:te Aufl. Taf. XVIII. Fig. 1.

Milben angetroffen, welche an der dunkleren braunen Farbe und den unter der Haut vorkommenden Stoffen (nicht Luft) erkannt werden. Indessen halte ich es für weniger wahrscheinlich, dass diese Thierchen in den δδ gefangen und getödtet worden sind, weil andere Milben daselbst haben leben und ein- und ausgehen können. Die Reste rühren wahrscheinlich von älteren oder kranken Milben her, die nach der Gewohnheit kranker Thiere sich hier versteckt und ihre letzte Zuflucht gefunden haben. Alle im Inneren der δδ befindlichen Stoffe, sogar die Häute, haben sich in einem mehr oder weniger deutlichen Auflösungszustand befunden und waren von Fäulniss-Bakterien bedeckt. Ich habe aber nie wahrnehmen können, dass sie in irgend einer Weise nachtheilig auf die Wände der δδ selbst eingewirkt haben.

Die untersuchten δδ haben insgesammt lebenden Blättern angehört, die ich aus dem botanischen Garten zu Upsala erhalten habe.

Rhamnus Alaternus L.

In den 2—4 untersten Nervenwinkeln an der Unterseite der Blätter finden sich δδ in Form von mehr oder weniger tiefen, schalenförmigen Einsenkungen mit haartragenden Rändern. Diese δδ haben einen bemerkenswerthen anatomischen Bau. Fig. 4, Taf. III zeigt einen Querschnitt durch das Dach (den laminären Theil) eines δ, winkelrecht gegen die Blattspreite genommen, längs der Linie, die den Nervenwinkel mitten durchschneidet. *a* ist der Theil des δ, welcher einwärts gegen die Spitze des Nervenwinkels, *b* wiederum der Theil, welcher auswärts gegen die Blattspreite gekehrt ist. Die Epidermis, welche sonst an der Unterseite des Blattes aus *einer* Zellschicht besteht, theilt sich, wie bei *b* ersichtlich, in zwei Schichten, und bei *a* ist die Theilung noch weiter fortgeschritten, indem die drei äussersten Zellschichten daselbst deutlich durch Theilung der ursprünglichen Epidermis entstanden sind. Bisweilen werden am innersten 4, ja sogar 5 solche Schichten von mehr oder weniger cylindrischen Zellen gebildet. Aber auch die subepidermalen Zellen, welche sonst chlorophyllführend sind, haben sich nächst unter dieser mehrschichtigen Epidermis transformirt und dieselbe Gestalt und denselben Inhalt, wie die ebengenannten Epidermiszellen, angenommen. Ja zuweilen unterliegen auch jene unteren Zellen einer Theilung, ganz wie die Epidermiszellen, wie man aus der Figur ersehen kann. Die Seitenwände aller dieser Zellen sind stark lichtbrechend und verdickt,

und haben zahlreiche Tüpfelcanäle von rundem Querschnitt; die Querwände sind entweder sehr dünn, oder dicker mit Tüpfelcanälen. Die Cuticula ist dünn und mangelt Erhöhungen; die unterliegende Cellulosa-Wand ist besonders dick. Der Zellinhalt ist Wasser und ein reiches, feinkörniges Wandplasma ohne Chlorophyllkörper. Es erübrigt näher zu untersuchen, wie dies Protoplasma sich in Zellen verhält, die unter den Excrementen der Milben liegen; an einigen Schnitten erschien es bedeutend dicker und bräuner, an anderen hinwieder unterschied es sich nicht vom Plasma derjenigen Zellen, die nicht von Excrementanhäufungen bedeckt waren. Die Haare am Rande der δδ sind einzellig, kurz, kegelförmig, dickwändig, und haben nichts mit Erineum-Haaren gemeinschaftlich.

Durch Untersuchung aller auf einander folgenden Schnitte von einem bewohnten δ habe ich constatirt, dass die innere Wand ganz unversehrt ist, nicht durch Stiche oder Bisse beschädigt. Nur hie und da findet sich eine Spaltöffnung, und unter derselben ist keine Verdickung der Zellwand entstanden, sondern die Spaltöffnung communizirt mit dem unterliegenden transpirirenden Gewebe. Es hat sich auch deutlich gezeigt, dass keine Thiereier in die inneren Gewebe hineingesteckt worden; sie lagen immer im Domatium selbst. Ausser den Thierchen und deren Excrementen habe ich oft in diesen δδ Pilzsporen und Myceliumfäden angetroffen.

Es ist nicht leicht eine befriedigende Erklärung des jetzt beschriebenen anatomischen Baues zu liefern. Schutz *gegen* die Einwirkung der Thierchen wird er kaum bereiten können; denn wenngleich die Aussenwände ziemlich dick sind, ist jedoch die Cuticula dünner als an den anderen Epidermiszellen. Ebenso wenig tritt hier irgend ein besonderes Bedürfniss hervor von mechanischen Zellen als Vermittlern von Bewegungserscheinungen, denn die Blätter sind dick, fest und ziemlich langgestielt. Es kann auch nicht die Frage davon sein, diese Zellen nur als Wasserreservoirs zu deuten, denn es giebt schwerlich irgend einen Grund, den Wasserhalt der Epidermis gerade *hier* zu verstärken. Es ist mir am wahrscheinlichsten, dass die hier vorkommenden Wandverdickungen eine mechanische Bedeutung haben, diejenige nämlich, dem gewölbten Dache der δδ grössere Tragkraft zu verleihen, während die übrigen genannten Verhältnisse mit dem Aufnehmen, Leiten und Bereiten von Nahrung aus den Domatien zusammenhangen.

Die Variation im Vorkommen der δδ, die sich bei Exemplaren aus verschiedenen Ländern zeigt, scheint mir besonders anmerkungswerth zu sein. Die Exemplare aus Spanien, die ich Gelegenheit gehabt zu

sehen, entbehren alle der Domatien. Bei den meisten Exemplaren aus anderen Ländern finden sich nicht δδ an allen Blättern der Zweige, sondern nur an der Minderzahl derselben. Trotzdem betrachte ich diese δδ nicht als zufällige oder pathologische Bildungen, sondern als vollkommen ebenso normal für diese Art, wie die bekannten Blasen für Utricularia-Arten und die Krüge für Nepenthes-Arten. Über die mit dieser Art angestellten Experimente siehe im Folgenden: Von der Natur der Domatien und ihrer Bedeutung für die Pflanze.

Elæocarpus dentatus VAHL. und **oblongus** WALL.

Elæocarpus dentatus Vahl.[1]). Die etwa 10 ctmr. langen Blätter haben auf ihrer Unterseite 6—8 grosse Domatien in den Nervenwinkeln bei den Hauptnerven (siehe Fig. 4, Taf. II). Die δδ, welche ungefähr 3 m.m. lang und an der Mündung 2 m.m. weit sind, sind düten- oder taschenförmig, dreieckig, schmäler nach unten, mit einem Dache von der unteren Epidermis des Blattes und einem Boden von einem zwischen dem hervorspringenden Hauptnerve und dem Seitennerve ausgespannten Zellgewebe gebildet. Die Mündung ist gegen die Blattspitze gerichtet und nicht von Haaren verschlossen, so dass relativ sehr grosse Thiere ohne Schwierigkeit hinaus- und hineinkommen können. Es ist bemerkenswerth, dass die ganze Unterseite des Blattes mit anliegenden, geraden, vorwärts gerichteten Haaren bekleidet ist. Dergleichen Haare finden sich auch in den δδ, sind aber dort kleiner und dünnwändiger, und mangeln gänzlich im allerinnersten Theile. Die Epidermis der δδ besteht ausserdem aus kleinen protoplasmareichen, rectangulären Zellen mit *sehr* dünner Cuticula und dünnen vertikalen Wänden. Unter der Epidermis des Daches und der Seitenwände befinden sich 4—5 Schichten von dickwändigen, porigen Zellen, welche vorzugsweise in der Längenrichtung der δδ gestreckt sind. Dagegen giebt es dergleichen dickwändige Zellen nicht im Boden oder in dem zwischen den hervorragenden Nerven ausgespannten Gewebe, sondern nur gewöhnliche, dünnwändige Zellen, welche an den getrockneten Herbarium-Exemplaren, die ich Gelegenheit gehabt zu untersuchen, meistentheils von einem braunen, gummi- oder harzähnlichen Stoff

1) »With hollows where the veins meet the midrib» HOOKER, New Zealand Flora pag. 34.

gefüllt waren. Es ist mir nicht möglich gewesen zu entscheiden, ob irgend ein Secret oder secernirende Haare an der Innenseite der δδ vorkommen.

In diesen δδ habe ich Reste nach Häutungen, Excremente, Pilzmycelien und keimende Pilzsporen angetroffen. Da die feinen, anliegenden Haare, die im Vordertheile der δδ vorkommen, vorwärts gerichtet sind, so dass die Thierchen leicht herauskommen können, ist es sehr unwahrscheinlich, dass diese δδ als Thierfallen dienen sollten.

Elæocarpus oblongus. Wall. Die Domatien dieser Art weichen in verschiedenen Hinsichten von denen der vorhergehenden Art ab. Gleich diesen sind sie wie Täschchen gestaltet, die Mündung aber besteht nur aus einem kleinen Loche an der gegen die Blattspitze gewendeten Seite des triangulären Domatiums. Ihr Dach ist — wenigstens an den getrockneten Exemplaren — von etwas blasserer Farbe, und bei gewissen δδ etwas unregelmässig gefaltet.

In diesen δδ habe ich Milben und grosse Anhäufungen von Excrementen angetroffen. Bei starker Vergrösserung zeigt es sich, dass die Hauptmasse dieser Excremente aus zerkauten Zellwänden, nebst einem sehr stickstoffhaltigen Stoffe, besteht. Diese Zellwände haben fast immer die Form von Ringen oder kurzen, geraden Cylindern und sind aller Wahrscheinlichkeit nach zerkaute Myceliumfäden. Sie könnten freilich von langen, feinen Haaren herstammen, da aber diese Pflanze ganz *glatt* ist, ist eine solche Annahme weniger wahrscheinlich, wofern nicht die jungen Blätter haarig gewesen. Die Form der Excremente bezeugt, dass sie sich in den δδ auf verschiedenen Stufen der Auflösung befinden, und Bakterien sind besonders häufig.

Indessen bietet die Innenseite der von mir untersuchten Domatien hinsichtlich der Form und Beschaffenheit der Epidermiszellen verschiedene Eigenthümlichkeiten dar, die mich sehr zweifelhaft machen über die wahre Natur dieser δδ. Die Epidermiszellen sind nämlich höchst ungleichartig und unregelmässig, bald dünnwändig und klein, bald dickwändig und verlängert, und auch ihr Inhalt wechselt höchst bedeutend. Gruppen von naheliegenden Zellen sind oft in Form von Wärzlein ausgewachsen, wodurch die Innenseite mehr oder weniger knorrig wird. Etwas solches habe ich nie bei anderen δδ gefunden und es erinnert unläugbar an gewisse pathologische Erscheinungen. Es scheint mir nicht unglaublich, dass diejenigen δδ, welche mir für meine Untersuchungen zu Gebote standen, von Milben bewohnt gewesen sind, die der Pflanze fremd und möglicherweise schädlich waren.

Ilex.

Freilich habe ich bei Arten dieser Gattung keine δδ in Form von Grübchen, Haarschöpfchen oder dergleichen in den Nervenwinkeln gefunden, aber bei einigen Arten aus Brasilien (*spec.* Herb. REGNELL. Ser. III. N:o 398 und *spec.* N:o 4244 MOSÉN) kommen an der Blattbasis (nicht längs dem ganzen Blattrande) deutliche Zurückrollungen der Blattspreite vor, wodurch ein ziemlich langer cylindrischer Raum entsteht. Dass diese Räume oft bewohnt sind, beweisen die dortigen Reste von Häutungen. Ich würde diesen Einfaltungen keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt haben, wenn nicht eine andere brasilianische *Ilex*-Art (*spec.* N:o 2898 MOSÉN), welcher jene Einrollung gänzlich ermangelt, statt deren mit zwei Zähnen an der Blattbasis versehen wäre (siehe Fig. 2, Taf. II), die zurückgebogen sind und somit zwei Domatien bilden, welche, soviel ich gefunden habe, immer bewohnt sind, wiewohl nicht ausschliesslich von Milben. Diese zwei Blattzähne sind die einzigen des Blattes; ihre Form und ihr Platz sind so eigenthümlich, dass hier keine Rede sein kann von rudimentären Theilen. Eine solche Annahme wird auch durch eine Vergleichung mit anderen *Ilex*-arten um nichts mehr berechtigt. Man kann mit getrockneten Exemplaren nicht entscheiden, ob die Zähne secernirend sind; dies ist aber nicht unwahrscheinlich. Die Epidermiszellen der Innenseite des δ sind rectangulär und etwas kleiner als gewöhnliche Epidermiszellen, und haben eine dünnere Cuticula. Die subepidermalen Gewebe liegen der Epidermis eng an, und mangeln luftführende Zwischenräume. Ausser Thierchen und deren Excrementen finden sich oft in diesen δδ Pollenkörner, Pilzsporen u. dergl.

Lonicera Xylosteum L. und alpigena L.

Die erstere dieser Arten trägt an der Blattunterseite längs dem Hauptnerve und den unteren Theilen der Seitennerven zahlreiche, unregelmässige, netzförmig verbundene Grübchen, welche dadurch entstanden sind, dass die Epidermis an den Nerven sich von der unterliegenden Zellschicht frei gemacht hat und zu hervorspringenden oder seitwärts gefalteten Rändern ausgewachsen ist, wodurch eine Menge von Täschchen oder Grübchen gebildet worden.

Diese Domatien sind aller Wahrscheinlichkeit nach entstanden erst *nachdem* das Milbenei auf die Epidermis gelegt worden. Sie gehören indessen nicht zu den *Phytoptocecidien* (die Milbe hat nämlich 8 Beine), und bieten trotz ihrer ein wenig unregelmässigen Gestalt nichts krankhaftes dar, denn die Blätter bleiben grün und werden keineswegs zusammengefaltet. In anatomischer Hinsicht zeichnen sie sich dadurch aus, dass die subepidermalen Zellen verdickte Wände nicht bekommen und sich nicht der Epidermis eng anschliessen, sondern dünnwändig bleiben, sehr bedeutend zuwachsen, und einen Theil des Raumes ausfüllen, welcher unter der erhöhten Epidermis entstanden ist. Die Erhöhung selbst geschieht wiederum theils durch eine Vergrösserung der Epidermiszellen, theils durch Vermehrung der Anzahl der Zellen. Plasmolytisch verhalten sich die Zellen in den Wänden der Domatien nicht anders, als die anderen Epidermiszellen, soviel ich habe finden können. Die untersuchten δδ haben indessen nur Eier enthalten und Blättern angehört, welche während der Blüthezeit eingesammelt worden. Keine Eier sind unter der Epidermis oder innerhalb der subepidermalen Gewebe angetroffen worden.

Lonicera alpigena hat dagegen Domatien in Form von langgestreckten Täschchen in den Nervenwinkeln an der Unterseite der völlig entwickelten Blätter. In gewissen Nervenwinkeln, ja sogar an gewissen Blättern, mangeln sie gänzlich und variiren nicht unbedeutend in Form und Grösse. Sie gleichen in dieser Hinsicht gewissermassen den δδ der *Lonicera Xylosteum*. Diese entstehen ebenfalls auf die Weise, dass die Epidermis, insbesondere an den Nerven, sich von der nächstunteren Zellschicht loslöst, und sich nach oben biegt in Form von einem Rande, der sich gewöhnlich vorwärts (gegen die Blattspitze zu) richtet. In den δδ findet sich am öftesten in Juni ein oder mehrere Milbeneier, möglicherweise ein Thierchen; ich habe aber auch δδ ohne Thierchen, nur mit einigen Pilzsporen oder Pollenkörnern von *Pinus sylvestris*, angetroffen. Es hat sich doch deutlich gezeigt, dass diejenigen δδ, welche Thierchen enthalten, am grössten und tiefsten werden.

Der Wechsel der Form und des Vorkommens und die Loslösung der Epidermis von den subepidermalen Geweben sind Erscheinungen, welche einer Menge von pathologischen Bildungen, insbesondere mehreren Zoocecidien, zukommen; weil ich aber daneben keine solche Erscheinungen, wie Verstörung des Chlorophylls, Einschrumpfung oder Zusammenfaltung u. s. w., gefunden habe, bin ich jedoch der Ansicht, dass die betreffenden Bildungen *nicht* den Cecidien zugerechnet werden können. Die untersuchten Exemplare habe ich aus Gärten in Upsala erhalten

Anacardium occidentale L.

Ich habe von dieser Pflanze sowohl getrocknete Blätter untersucht als auch lebende, die ich durch die gütige Vermittlung des Herrn Prof. FRIES aus dem botanischen Garten zu Kew erhalten habe. Sie sind besonders reich an δδ, welche in Form von runden Grübchen überall in den Nervenwinkeln vorkommen, nicht nur am Hauptnerve, sondern auch an den Seitennerven. An einem normalen Blatte, 11,5 ctm. lang und 7 ctm. breit, (aus St. Barthélemy) habe ich 370 δδ gezählt, und die Zahl der Thierchen in jedem δ konnte an diesem Blatte auf zwei veranschlagt werden. Da diese Pflanze eine besonders reiche Verzweigung und Blattbildung hat, kann die Zahl der Milben an einem 10—12-jährigen Baum, wenn man berechnet, dass *nur* 2 von den vielen (circa 10) Knospen eines Jahressprosses jährlich zu blatttragenden Zweigen entwickelt werden, 4—15 Millionen betragen.

Diese δδ sind besonders klein und dem blossen Auge kaum merkbar. Ihrem anatomischen Bau nach (siehe Fig. 5, Taf. III) sind sie dadurch eigenthümlich, dass die Innenseite mit mehrzelligen, kurzen, kopfigen Drüsenhaaren bekleidet ist und dadurch, dass die Zellen, welche den ringförmigen Rand des δ bilden, verdickte porige Wände haben. Dergleichen Wände kommen jedoch auch an anderen die Nerven bekleidenden Zellen vor. Die Seitenwände der zwischen den Drüsenhaaren liegenden Zellen sind oft verdickt. Ob irgend eine Secretion in diesen δδ vorkommt, wage ich nicht zu entscheiden, weil an dem lebenden Blatt, das ich aus England erhielt, die δδ durch vorhergehendes Waschen sowohl von Milben als übrigem Inhalte befreit waren. Die Domatien waren indessen völlig entwickelt.

Schinus.

Diesem Geschlecht gehören Arten sowohl mit kahlen wie mit feinhaarigen Blättern. Die letztgenannten haben Rhachis mit *unbedeutendem*, hervorragendem, geflügeltem Rande und mangeln δδ; unter den ersteren dagegen will ich besonders eine Art hervorheben: *Sch. spec.* N:o 3610, Herb. Bras. MOSÉN, deren Rhachis zwischen den Blättchen deutlich geflügelt ist; dieser geflügelte Rand ist zurückgefaltet und nächst unter jedem Blättchem mit einem runden Zahne versehen, welcher zurückgerollt ist und das Domatium bildet (siehe Fig. 3, Taf. II).

Ähnliche δδ haben *Sch. terebinthifolius* Radd. und *Sch. spec.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 1568. Ob der an der Basis eingebogene Rand der Blättchen auch als δ fungirt, kann an getrockneten Exemplaren nicht entschieden werden. In diesen δδ habe ich sowohl Milbenhäute als getödtete Milben angetroffen. Die letztgenannten werden, soviel ich aus getrockneten Blättern ersehen kann, von einem Secret festgehalten, das von einer in der Domatiumwand befindlichen Drüse abgesondert wird, und erscheinen mehr oder weniger aufgelöst. Wie die Sache sich näher verhält, muss an lebendigen Exemplaren untersucht werden.

Eugenia (Jambosa) australis WENDL.

Die blättertragenden Zweige dieser Pflanze sind viereckig und die Blätter opponirt. An jedem Nodus oder unbedeutend höher hinauf am Stamme und mit den beiden Blattinsertionen alternirend, sitzen zwei δδ, je eins an jeder Seite des Stammes. Diese δδ sind besonders gut ausgebildet und auffallend, und haben die Form kleiner (1—3 m.m. langer, 1 m.m. dicker, 1 $^1/_2$—2 m.m. breiter) purpurrother *Beutel* oder Taschen (siehe Fig. 7, Taf. II nebst Erklärung). Nach IRMISCH[1]) sind sie von den herablaufenden Rändern der nächstfolgenden Blätter gebildet. Die Öffnung des Domatiums ist nach oben gerichtet, wie aus der Figur ersichtlich, und an dem Rand der Mündung etwas hineingebogen.

Die Wände des Domatiums sind aus 7—9 Zelllagen gebildet. Die Epidermis der Innenseite besteht, gleichwie die der Aussenseite, aus kleinen, rectangulären, 5—7-seitigen Zellen, deren Seitenwände besonders niedrig sind, so dass diese Zellen an einem Querschnitte sehr herabgedrückt erscheinen. Die inneren Zelllagen wiederum sind aus grösseren, dünnwändigen, polyedrisch-ellipsoidischen, saftreichen, chlorophylllosen Zellen gebildet. Im Innersten des δ finden sich einige Spaltöffnungen. Ob irgend eine Absorption von Thierexcrementen in diesen δδ vorkommt, ist mir gegenwärtig unmöglich zu entscheiden. Versuche mit kohlensaurem Ammoniak im Zellsaft einen Niederschlag von eiweissartigen Körpern hervorzurufen, haben kein sicheres Resultat ergeben.

Bei der inneren sowohl als äusseren Epidermis der Domatiumwände kommen hie und da innere Drüsen vor; da es aber dergleichen auch an

1) IRMISCH, Einige Beobachtungen an *Eucalyptus globulus* Lab. Zeitschr. f. ges. Naturwiss. Bd. 48. 1876.

Stämmen und Blättern giebt, werden sie gewiss keine specielle Bedeutung für die Domatien haben. Aussonderung von Honig habe ich in den δδ niemals wahrnehmen können.

Diese δδ sind von einigen, sehr kleinen Acariden bewohnt, welche sich mit unglaublicher Schnelligkeit bewegen; binnen kürzerer Zeit als zehn Sekunden können sie sich von einem Blattpaare nach einem anderen versetzen. Sie entgehen daher leicht der Aufmerksamkeit, wenn die δδ geöffnet werden; Reste nach zahlreichen Häutungen zeigen jedoch gewöhnlich, dass diese δδ bewohnt gewesen. An den Exemplaren, die ich Gelegenheit gehabt zu untersuchen im botanischen Garten zu Upsala und welche daselbst mehr als 45 Jahre in Töpfen gestanden, sind die δδ normal bewohnt gewesen.

Domatien, die mit den oben beschriebenen mehr oder weniger übereinstimmen, sind gar nicht selten. Sie finden sich bei einer grossen Zahl von Pflanzen, besonders oder vielleicht ganz ausschliesslich *Bäumen* und *Sträuchern*, die weit verschiedenen Geschlechtern und Florengebieten angehören. Gewisse Familien scheinen eine wirkliche Prädisposition zur Domatienbildung zu haben. Ich gebe unten ein Verzeichniss der mir bekannten domatienführenden Pflanzen, familienweise geordnet. Dies Verzeichniss macht keinerlei Ansprüche auf Vollständigkeit, weil ich noch nicht Gelegenheit gehabt alle diejenigen Pflanzenfamilien durchzugehen, in welchen jene Bildungen möglicherweise sich finden können. Da das mir zugängliche Untersuchungsmaterial grossentheils aus getrockneten Pflanzen bestanden hat, werden auch unter diesen manche domatienführende Arten meiner Aufmerksamkeit entgangen sein; an Herbarium-Exemplaren werden die δδ bisweilen bis zur Unkenntlichkeit verändert. Die Namen der extraskandinavischen Arten gründen sich auf die Bestimmungen im Upsalaer botanischen Museum und Garten. Unter der Bezeichnung *spec. N:o 00 Herb.* REGNELL und MOSÉN sind einige *brasilianische,* der Art nach unbestimmte, Pflanzen aufgenommen aus der Sammlung, welche von Drr. ANDERS REGNELL, SALOMON HENSCHEN und HJALMAR MOSÉN aus Brasilien nach Schweden übersandt worden. Exemplare dieser Arten finden sich unter denselben Nummern in mehreren europäischen Museen wieder. Die übrigen Abkürzungen werden keiner näheren Erklärung bedürfen.

Compositæ.

Bei den hieher gehörenden Pflanzen dürften δδ sehr selten sein. Indessen finden sich bei einigen Bäumen oder Sträuchern, welche dem tropischen Geschlechte *Vernonia* angehören, Bildungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach als δδ fungiren.

Vernonia uniflora Sz. Bip. hat Haarschöpfe in den Nervenwinkeln, äusserlich denen der *Tilia* ähnlich. Auf der Unterseite des Blattes kommen indessen ausserdem verschiedene andere interessante Haarbildungen vor, deren Bedeutung mir gänzlich unbekannt ist.

» *mespilifolia* Less. aus dem Vorgebirge der Guten Hoffnung besitzt in den Nervenwinkeln seichte, gewimperte Täschchen, welche bewohnt sind.

Rubiaceæ.

Alibertia concolor hat δδ in den Nervenwinkeln in der Form von gewimperten Täschchen; sie treten jedoch nicht an allen Blättern auf.

» *elliptica* δδ stimmen am nächsten mit denen von *Tilia* überein, sind aber nicht immer so deutlich.

» *sp.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 97 hat δδ in Form von Grübchen, welche im Äusseren den δδ der *Coprosma Baueriana* gleichen; bewohnt.

» *sp.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 99 und 99*. δδ im Äusseren denen der *Tilia* ähnlich.

Amajoua sp. Herb. Mus. Paris 393. δ = vorhergeh.

Antirrhoea dioica Bory. Deutliche δδ, dem Äusseren nach denen der *Psychotria daphnoides* am ähnlichsten, aber an der ganzen Innenseite mit kleinen, kurzen, zugespitzten Haaren bekleidet.

» *frangulacea* Dec. δδ wie bei der vorhergehenden.

Calycophyllum candidissimum Dec. = der vorhergeh.

Canthium; von dieser Gattung finden sich im Herb. Mus. Ups. mehrere unbestimmte Arten mit festen Blättern und δδ in Form von Grübchen oder Haarschöpfchen.

» *umbelligerum* Miq. hat Haarschöpfchen.

Canthium pyrifolium Klotzsch. hat Grübchen.

» *fasciculaatum* Blum. hat δδ denen der *Psychotria daphnoides* ähnlich.

» *coprosmoides* δδ = *Coprosma Baueriana.*

Cascarilla Pavanensis Schld. hat, gleich der *Tilia*, sehr grosse Schöpfe von braunen Haaren in den Nervenwinkeln; ob diese bewohnt gewesen, wage ich nicht zu entscheiden.

» *hexandra* Willd. = der vorhergehenden. Sowohl glatte Blätter (mit δδ) als haarige (ohne deutlicher behaarte Nervenwinkel) kommen vor. Diese δδ sind indessen sehr zweifelhaft, und es ist ungewiss, ob sie wirklich bewohnt werden.

Cephaëlis Ipecachuanha Rich. δδ sind taschenförmig mit gewimperter Mündung.

Chione sp. Pl. Mexican. Liebm. Rubiac. N:o 283 hat δδ welche denen der *Coffea arabica* ähnlich sind.

Chomelia sp. Herb. Regnell. Ser. I. N:o 277 ist in den Nervenwinkeln mit Haarschöpfchen versehen, die möglicherweise δδ sind; deutlichere und sehr eigenthümliche δδ kommen bei

» *sp.* Herb. Regnell. Ser. II. N:o 131 und 131 d. vor. Diese Pflanze hat in den Nervenvinkeln ziemlich grosse (1—2 m.m. lange) und von einem Haarkranze begränzte *glatte Flecke*, die nicht oder nur höchst unbedeutend eingesenkt sind. In diesen δδ habe ich immer Thierchen oder Überreste von solchen angetroffen. Mit diesen stimmen die δδ von einigen anderen Chomelia-arten aus Brasilien im Wesentlichen überein, nur sind sie etwas kleiner.

Coffea arabica L. siehe oben S. 17. Einige andere Arten von Coffea stimmen mit dieser überein.

» *densiflora* Bl. dagegen besitzt δδ, die mehr denen der *Tilia* gleichen.

Coprosma Baueriana siehe oben S. 16. Ähnliche δδ kommen bei folgenden Arten vor, welche mehr oder weniger dicke Blätter haben:

» *Cunninghamii* Hook. fil.,

» *foetidissima,* Forst.,

» *grandiflora* Hook. fil.,

» *lucida* Forst. (δδ besonders gross),

Coprosma hirtella Labil. (δδ klein) und

» *spathulata* A. Cunn., die an der Mitte jedes Blattes 1—2 δδ trägt, mit einer sehr kleinen, gerundeten, dem blossen Auge unmerklichen Öffnung; der darunter belegene, erweiterte Raum ist indessen immer bewohnt.

Besonders interessant sind weiter die δδ folgender Arten von Coprosma:

» *Billiardieri* siehe Fig. 8, Taf. II (nach getrockneten Exemplaren gezeichnet; 6-mal vergrössert). Diese δδ sind besonders gross, mit langgestreckter, gewimperter Mündung, welche zuweilen eine Grösse von 2 m.m. erreicht; die Blätter selbst sind gegen 1 ctm. lang. Dem abwärts gewendeten Rande des δ ermangeln bisweilen die Haare, und das δ fliesst dann mehr unmerklich mit der Epidermis der Unterseite zusammen. Die Thierchen halten sich insbesonders an dem nach der Blattspitze zu belegenen Ende des δ auf; das δ ist ebenda tiefer und mit mehr Haaren versehen.

» *variegata* Berggr. und

» *rotundifolia* A. Cunn. haben, wenn ich nach den Exemplaren, die mir zu Gebote standen, urtheilen darf, sehr dünne Blätter, deren Unterseite, insbesonders an dem Hauptnerve, mit einigen langen Haaren dünn besetzt ist. Unterhalb dieser Haare finden sich in den Nervenwinkeln δδ, welche äusserlich denen der *Tilia* gleichen; sie sind aber niedrige Grübchen mit deutlichem Rande, der jedoch erst sichtbar wird, wenn die Haare zurückgebogen werden; bewohnt.

» *ligustrifolia* Berggr. hat δδ die dem Äusseren nach denen der *Psychotria daphnoides* sehr ähnlich sind.

» *robusta* Raoul. = der vorhergehenden; die Mündung der δδ ist aber mehr langgestreckt.

» *rhamnoides* A. Cunn.; an den getrockneten Exemplaren, die ich untersucht habe, erscheint eine Einsenkung (ein Vorhof) vor dem δ d. h. an der Seite des δ, die gegen die Blattbasis gekehrt ist.

» *parvifolia.* Hook. fil. Obwohl die Blätter dieser Art öfters nicht grösser werden als 3—4 m.m. lang, besitzen sie doch bewohnte δδ, deren Eingang dem blossen Auge fast unmerklich ist. An den kleineren Blättern giebt es 1—2 δδ, an den grösseren 3—4.

Vielen Arten von Coprosma mangelt indessen an den Blättern jede Spur von δδ z. B. C. *repens* Hook. fil., *linariifolia* Hook. fil., *nitida* Hook. fil., *alata* Berggr., *acerosa* A. Cunn. u. a. Ob es an anderen Theilen dieser Planzen δδ giebt, habe ich nicht entscheiden können.

Coussarea contracta Walt.; δδ gross mit länglicher Öffnung, im stumpfen Nervenwinkel belegen.

Coutarea mollis Cham. und Schl. δδ = *Tilia.*

» *speciosa* Aubl. δ = vorhergeh.

Dysoda foetida Salisb. δδ klein = *Psych. daphn.*

Exostemma caribæum R. S. Exemplare aus St. Barthélemy haben kleine bewohnte Haarschöpfe in den Nervenwinkeln, welche zuweilen etwas eingesenkt erscheinen.

» *aquaticum*; δδ sehr klein, denen der vorhergehenden Art ähnlich, aber verdächtig.

Faramea. Von dieser Gattung giebt es im Herb. Mus. Ups. verschiedene Formen mit grossen und besonders gut entwickelten δδ. Dies ist insbesonders der Fall von

» *sp.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 111* und N:o 180 (WIDGREN), wo jedes normale Blatt ungefähr 10—15 δδ trägt. Diese δδ können sehr gross sein, bis 3 m.m. lang, und haben eine 1—2 m.m. lange Öffnung. An Form gleichen sie vollkommen den Fig. 6, Taf. II abgebildeten δδ der *Rudgea lanceolata.* Die Haare mangeln bisweilen an der dem Blattrande zugekehrten Seite der Mündung. Die δδ sind *niemals* im spitzigen Winkel belegen, sondern im stumpfen oder in der Mitte zwischen zwei Seitennerven. Sie scheinen immer bewohnt zu sein. Andere Formen aus Brasilien (Minas Geraës de Caldas) haben nur 2—3 grosse δδ an jedem Blatte, andere wiederum (N:o 564, 565, MOSÉN) haben kleinere δδ mit gerundeter Mündung. Eine ungewöhnlich kleine, dem unbewaffneten Auge ganz unmerkbare Öffnung haben die δδ bei

» *sp.* Ser. III. N:o 113; der innere Raum ist indessen beinahe 1 m.m. lang und von einigen äusserst winzigen Milben bewohnt, von deren Häutungen ich zahlreiche Reste gefunden habe.

» *sp.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 108** und

» *cornifolia* sind mit δδ versehen, die im Äusseren denen der *Tilia* am nächsten kommen.

Fernelia obovata Lam. und
» *buxifolia* Lam., welche beide fast gerundete Blätter haben, tragen 1—2 kleine bewohnte δδ *mitten* an der Unterseite des Blattes. Diese δδ sind inwendig mit gebogenen, feinen, weissen (?) Haaren versehen. Es ist mir jedoch nicht gelungen an getrockneten Exemplaren ihre Anatomie zu untersuchen.

Feretia apodanthera Dec. und

Gardenia spinosa L. fil. und
» *lutea* Fresen. haben δδ, welche äusserlich denen der *Tilia* sehr ähnlich sind.

Grumilea cymosa E. M.; δδ wie bei *Coprosma Baueriana.*

Gynopachys corymbosa Blum.; δδ wie bei *Coprosma Baueriana.*

Luculia Pinceana Hook.; δδ stehen denen von *Strychnos Gardneri* A. Dec. (Fig. 5, Taf. II) am nächsten.

Morelia Senegalensis Rich.; δδ am nächsten denen der *Psychotria daphnoides* ähnlich, aber kleiner.

Nauclea (Uncaria) acida Hunt.; δδ wie bei *Psych. daphn.*
» *lanceolata* Blum.; δδ wie bei *Tilia*, aber kleiner.
» *parvifolia* Roxb.; δδ gleichen auch denen der *Tilia*, aber es findet sich unterhalb der Haare ein Grübchen.
» *rotundifolia* Roxb.; δδ wie bei *Tilia*, obwohl nicht so deutlich.

Pavetta Caffra Thunb.; δδ wie bei *Psychotria daphnoides.*
» *triflora* Dec.; δδ wie bei der vorhergeh.
» *sp.* vom Vorgebirge der guten Hoffnung; δδ wie bei der vorhergeh.
» *sp.* Cum. Phil. 856; δδ wie bei der vorhergeh.

Psychotria daphnoides Cunningh. Über diesen Typus siehe oben S. 13. An den folgenden Arten von *Psychotria* habe ich ähnliche δδ gefunden:
» *viridifolia* Reinw.
» *fimbriata* Dec. hat 7—8 δδ, welche längs dem ganzen Mittelnerve vertheilt sind.

Einen anmerkungswerthen Typus der δδ bieten *Psych. haucorniæfolia* (Herb. Regnell. Ser. I. N:o 171) und *Psych. sp.* Herb. Mus. Paris. Guyane française N:o 312. (siehe Fig. 9, Taf. II). Der Mittelnerv dieser glatt-

blättrigen Arten ist nämlich an den Seiten mit einem haartragenden Rande versehen, der parallel mit der Blattunterseite hervorragt und somit zwischen sich und derselben einen Raum in Form von einer längs dem Blatte laufenden Rinne bildet. Ich bin sehr in Zweifel gewesen, ob die betreffende Bildung den Domatien zuzurechnen sei, denn jene vorspringenden Ränder können ja eine mechanische Bedeutung haben, da sie aus derartigen dick- und festwändigen Zellen bestehen, wie dergleichen die äussersten Zellschichten des Mittelnerves im Übrigen bilden. Da aber der vorspringende Rand nur an der gegen die Blattspreite gekehrten Seite Haare trägt, da ein kleiner Raum thatsächlich unter dem Vorsprunge gebildet wird, da dieser Raum an mehreren Stellen — insbesondere wo die Seitennerven vom Hauptnerve ausgehen — bewohnt ist, und da es endlich bei anderen nahestehenden Arten und Gattungen (z. B. *Rudgea lanceolata*, *Faramea* siehe oben, u. a.) zuweilen vorkommt, dass langgestreckte, längs und nächst dem Hauptnerve gelegene Domatien nur an dem gegen den Hauptnerv zu liegenden Rande Haare tragen, wodurch ein solcher Rand grosse Ähnlichkeit mit den betreffenden Vorsprüngen (Überhängen) erhält — so bin ich zu der Ansicht gelangt, dass auch diese Vorsprünge wahrscheinlich zu den Domatien hinzurechnen sind. Ich will aber damit keineswegs gesagt haben, dass alle haarige Nerven dieselbe Bedeutung haben. Indessen findet sich hier keine absorbirende oder secernirende Epidermis (wie bei *Tilia*) und die kleinen kurzen Haare sind dickwändig. Möglicherweise sollte auch *Psychotria costato-venosa* Schldl. hieher geführt werden, welche glatte Blätter hat und deren Mittelnerv an den Seiten behaart ist, wiewohl ich an den Exemplaren, die mir zu Gebote gestanden, keine Thierchen angetroffen habe. Es giebt indessen andere *Psychotria*-Arten, welche sehr deutliche Domatien besitzen und deren Hauptnerv sowohl als Seitennerv zugleich an den Seiten haarig ist.

Eine andere besonders deutliche und interessante Form findet sich bei einigen anderen Arten dieser Gattung, die an domatienführenden Arten so reich ist. Eins dieser Domatien, die ich *Täschchen* nennen will, ist Fig. 10, Taf. II abgebildet. Sie sind am weitesten nahe an der Mündung, welche gegen die Blattspitze gerichtet ist, und werden nach der Basis zu, die sich oft weit *hinter* den Seitennerv erstreckt, dütenförmig schmäler. Sie tragen gewöhnlich kurze Haare auswendig, besonders gegen die Mündung zu, bei der es auch an der Innenseite Haare giebt. Die Innenseite ist doch sonst glatt. Diese δδ sind immer von sehr winzigen Milben bewohnt und enthalten ausserdem Reste von Häutungen,

bisweilen auch von todten Thierchen. Es ist aber unmöglich an getrockneten Exemplaren zu entscheiden, wie diese getödtet worden. Die δδ nehmen oft einen bestimmten Platz ein; so können sie sich finden nur an der nach der Spitze zu belegenen Blatthälfte, in den 3—4 Nervenwinkeln oberhalb der Mitte des Blattes, während sie dagegen in den Nervenwinkeln der unteren Blatthälfte gänzlich mangeln. Dies Verhältniss habe ich bei einer *Psychotria spec.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 121 aus Caldas (abgebildet Taf. II, Fig. 10), und N:o 117 Herb. Regnell und bei einer mehr breitblättrigen *Psychot. spec.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 119 (S. PAOLO 1857) gefunden. Dagegen scheinen die δδ mehr unregelmässig placirt zu sein bei *Psychotria alba* R. P. (Herb. Regnell. Ser. III. 120*), unter welchem Namen indessen Herb. Mus. Ups. einige Exemplare enthält, die δδ nur in den Nervenwinkeln näher an der Blattspitze haben.

Psychotria chionanthe Dec. aus Brasilien hat sehr grosse Blätter (circa 10 ctm.) und grosse δδ in den sechs untersten Nervenwinkeln.

» *spec.* Claussen N:o 668 (Brasilien) und N:o 660 hat sehr kleine, kaum merkliche δδ, deren Öffnungen *auf* dem Hauptnerve bei den Seitennerven belegen sind.

» *spec.* Herb. Ind. Or. (Hooker fil. & Thomson) N:o 27 hat 2—4 δδ in der Mitte der dicken Blätter.

» *orbicularis* Rich. gleicht der *Coprosma Baueriana* an Form der Blätter sowie der δδ.

An den Blättern mehrerer *Psychotria*-Arten habe ich indessen keine δδ entdecken können, obschon die Blätter vollkommen glatt waren, z. B. *Psychot. amplexicaule*, *aurantiaca* Wallich., *leiocarpa* Cham. & Schldl., *spec.* Herb. Regnell. N:o *107* (Rio Janeiro), *102*, *98*, *101*, *14*, *3017*, und Ser. III. N:o *1817* u. a. Es ist möglich, dass die Arten δδ haben am Stamme, in den Blattwinkeln, oder innerhalb der Nebenblätter, was ich aber an getrockneten Exemplaren nicht habe entscheiden können.

Plectronia ventrosa L. (von dem Vorgebirge der guten Hoffnung) hat δδ wie bei *Psych. daphn.*, gewöhnlich aber nur 2 an jedem Blatte.

Palicourea rigida H. B. hat taschenähnliche δδ, deren Form jedoch an getrockneten Exemplaren nicht sicher bestimmt werden kann. Anderen *Palicourea*-Arten mangeln δδ.

Stylocoryne Webera Rich. *var.* hat in den Nervenwinkeln kleine δδ mit klebrigen (?) Haaren.

Schönleinia spec. Herb. Regnell. N:o 3027; δδ äusserlich denen der *Tilia* ähnlich, aber kleiner.

Rudgea lanceolata, nach Ex. in Herb. Regnell. Ser. I. N:o 172 und Ex. aus Minas Geraës in Brasilien (P. CLAUSSEN) hat sehr grosse *δδ* (siehe Fig. 6. Taf. II) mit bis zu 3 m.m. langer Mündung. In diesen *δδ* habe ich sowohl Thierchen als deren Excremente gefunden. Sie stimmen im Übrigen mit den *δδ* der *Faramea* überein, siehe oben S. 31. *Rudgea viburnoides* hat die Blätter unten dicht behaart und mangelt *δδ*.

Webera (Canthium) tetrandra Willd.; *δδ* in Form von Haarschöpfchen, vielleicht mit einer darunter liegenden Vertiefung.

Uncaria acida Roxb.; *δδ* im Äusseren wie bei *Tilia.*
» *glabrata* Dec. und
» *pedicillata* Roxb. (beide glattblätterig) = vorhergeh. *Unc. sclerophylla* Roxb. mit haarigen Blättern, mangelt *δδ*. — Eine andere Art (Herb. Mus. Paris 390, Guyane française) hat Grübchen wie *Coffea.*

Es ist besonders auffallend, dass die Gattungen und Arten, deren Blätter behaart sind, Domatien *mangeln.* Die Gattung *Tocoyena* Aubl. (aus Brasilien) hat Arten mit grossen, unten behaarten Blättern, an welchen man vergebens *δδ* sucht. Von der Gattung *Scabicea* giebt es im Herb. Mus. Ups. viele Arten, alle mit dichtfilzigen Blattunterseiten — und ohne *δδ*. Gewisse Arten der Gattung *Spermacoce* L. haben an der Unterseite der Blätter einen Staub, der lebhaft gelb gefärbt ist, und mangeln ebenso *δδ*.

Caprifoliaceæ.

Lonicera Xylosteum L. und
» *alpigena* L. siehe oben S. 23.

Bignoniaceæ.

Bignonia. Verschiedene Arten dieser Gattung haben kleine Haarschöpfe in den Nervenwinkeln. Andere (z. B. *B. catalpa* L.) besitzen nur einige dicht gehäufte, knopfähnliche Glandeln, über deren Bedeutung ich nicht wage mich zu äussern; noch andere (z. B.

B. Tabebuya Arrab. var., *Bign. spec.* N:o 269 Herb. Mus. Paris. Guyane française und N:o 186 Claussen) haben die Nervenwinkel dütenförmig vertieft und bewohnt.

Arrabidæa corymbifera Bur.; ꝺꝺ in Form von sehr kleinen Haarschöpfen in den Nervenwinkeln.

Fridericia speciosa Mart. ꝺꝺ dütenförmig vertiefte Nervenwinkel.

Haplolophium spec. Herb. Regnell. N:o 134. (Rio Janeiro 1840) hat feinhaarige Blätter mit kleinen ꝺꝺ in den mittleren und oberen Nervenwinkeln und einige kleinen Glandelhaare *(= Bignonia Catalpa)* in den unteren.

Jacaranda rhombifolia Meyer. ebenso wie einige anderen nahestehenden Arten haben ꝺꝺ in Form von Haarschöpfen an der einen Seite des Mittelnerves auf der Unterseite der Blättchen an der Basis (d. i. wie bei *Fraxinus dimorpha*).

Lundia longa Dec. hat ꝺꝺ in Form von Täschchen in den Nervenwinkeln, am nächsten denen der unten erörterten *Petastoma* gleichend.

Mitraria coccinea Cav. Die ꝺꝺ dieser Art, von welcher ich aus dem botanischen Garten zu Upsala lebende Exemplare erhalten habe, gleichen an Form und Platz den ꝺꝺ der *Coprosma Baueriana* oder *Psychotria daphnoides*, scheinen aber nicht so constant vorzukommen. An der Mündung des halbkugelförmigen Grübchens finden sich 2—4-zellige Haare, welche über die Mündung gebogen sind; die Epidermis der Innenseite besteht aus Zellen, welche bedeutend kleiner als die gewöhnlichen Epidermiszellen sind und äusserst dünne Zellwände haben. Dagegen sind die Wände der subepidermalen Gewebe nicht verdickt oder anderweitig transformirt geworden, wodurch diese ꝺꝺ sich nach ihrem anatomischen Bau von denen der *Coprosma* unterscheiden. An den Präparaten, welche lange in Kaliumacetat gelegen haben, werden an der dünnen Cuticula der Domatien kleine fettkugelähnliche Körper ausgesondert.

» *sp.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 38* hat dütenförmige ꝺꝺ und

» *spec.* N:o 3452 (St. Paolo, 1875, MOSÉN) hat Haarschöpfchen gleich denen der Tilia. Ich halte es für nicht unwahrscheinlich, dass verschiedene hiehergehörende Arten domatienführende Früchte

besitzen. Ich habe oft bewohnte Einsenkungen an den Früchten wahrgenommen; da ich aber nicht weiss, welchen Veränderungen diese Früchte während des Trocknens unterlegen haben, kann ich mich nicht mit Gewissheit darüber aussprechen.

Petastoma triplinervia Dec. hat grosse, bis 5 m.m. lange δδ, in Form von triangulären, zugeplatteten Täschchen, in den 2—3 untersten Nervenwinkeln. Diese δδ ähneln am nächsten denen des *Eleocarpus oblongus* (siehe oben S. 21), aber die Öffnungen sind nicht aus einem kleinen Loche, sondern aus der ganzen der Blattspitze zugekehrten Seite gebildet.

» *simplicifolium* Miers. hat kleinere Täschchen, eigentlich dütenförmige Vertiefungen in den Nervenwinkeln mit einem kleinen darüber gespannten Häutchen.

Tecoma capensis G. Don. Die δδ sind wie haarige Grübchen in den Nervenwinkeln gestaltet. Es ist bemerkenswerth, dass die Haare verzweigt und mehrzellig sind, mit dünnen perforirten Zwischenwänden; sie zeigen demnach keine Ähnlichkeit mit *Erineum*-Haaren. Die Epidermiszellen an der Innenseite der δδ sind im Übrigen anderen Epidermiszellen sehr ähnlich, nur sind sie etwas höher und mehr dünnwändig, mit nicht gefalteter Cuticula. Es finden sich Spaltöffnungen da. Die subepidermalen Gewebe scheinen nicht transformirt zu sein. Ich habe von dieser Art lebende Exemplare aus H. U. untersucht.

» *australis* R. Br. hat 1—3 Grübchen, welche (immer?) bewohnt, aber an ganz *unbestimmtem* Platze an der Blattunterseite gelegen sind. Ich kann gar nicht mit Gewissheit behaupten, dass diese Grübchen wirkliche δδ sind, aber ich möchte diese eigenthümlichen Bildungen denjenigen Pflanzenbiologen zu näherer Untersuchung empfehlen, welche Gelegenheit haben diese Pflanze im Freien zu studiren. Dasselbe gilt möglicherweise auch von *T. stans* Juss. und einigen anderen Arten.

» *spec.* Herb. Regnell. Ser. II. N:o 195* und Ex. aus Rio de Janeiro 1844 WIDGREN haben kleine taschenähnliche δδ mit Haarbildungen.

» *spec.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 54 (18⁷/₉48) hat grosse behaarte Flecke in den Nervenwinkeln.

Asclepiadaceæ.

Asclepias hymale (aus Brasilien) hat besonders deutliche und gut ausgebildete δδ in den Nervenwinkeln. Sie gleichen an Grösse und Form am nächsten den δδ der *Psychotria daphnoides;* die Mündung ist aber reicher an Haarbildungen. Keine Haare kommen am laminären Theile der δδ vor. Die untersuchten δδ waren reich an Resten nach Häutungen von besonders kleinen Milben.

Apocynaceæ.

Carissa spec. N:o 375. Herb. Mus. Paris. Guyane française; δδ runde Grübchen in den Nervenwinkeln, mit grosser, bis 1 m.m. weiter Öffnung, 10—12 an jedem Blatte.

Condylocarpon Rauwolfiæ Müll. δδ zweifelhaft; an jüngeren Blättern finden sich in den Nervenwinkeln kleine unbedeutende, an älteren Blättern dagegen grosse *unregelmässige* Haarschöpfe, von welchen die letzteren zwischen den zusammengefilzten Haaren sowohl Thierchen als Pilzmycelien enthalten; ein Theil der Blätter waren ganz kahl. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die untersuchten Exemplare nicht ganz normal waren.

» *spec.* N:o 3653. Herb. Bras. MOSÉN; δδ Haarschöpfe in den Nervenwinkeln am Hauptnerve, ähnlich den δδ der Tilia, aber etwas mehr langgestreckt.

Echites attenuata. Die schwach eingesenkten δδ sind in den Nervenwinkeln am Hauptnerve belegen und von äusserst feinen und kurzen Haaren umgeben.

» *spec.* Herb. Brasil. Regnell. Ser. III. N:o 882; δδ äusserst kleine Grübchen mit kaum merkbaren Öffnungen; bewohnt.

Ecdysanthera glandulifera Dec. δδ haarige Grübchen in den Nervenwinkeln, am nächsten denen der Psychotria gleich; bewohnt.

Forsteronia (Echites) brasiliensis A. Dec. δδ gewimperte Grübchen in den Nervenwinkeln. Mehrere Arten, die zu dieser Gattung gehören, haben unten behaarte Blätter, und mangeln dann immer δδ.

Plumiera spec. Herb. Kegel. 12,410 (aus Brasilien) hat grosse δδ in den Nervenwinkeln, am nächsten den δδ der obengenannten *Carissa* gleichend.

Thenardia spec. hat in den Nervenwinkeln δδ, welche denen von Psychotria ähnlich sind; der Eingang aber ist auf der anderen Seite des Seitennerves — im stumpfen Winkel — oder auf dem Seitennerve selbst belegen.

Thyrsanthus gracilis Benth. δδ gewimperte Grübchen in den Nervenwinkeln.

» *Schomburgkii* Benth. δδ grosse Grübchen mit weiter Mündung, aber ohne Haare. Die untersuchten Herbarium-Exemplare haben in mehreren δδ Reste von theilweise aufgelösten Milben oder ihren Häuten enthalten. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass die Thierchen wären hier gefangen worden, da sie leicht hätten durch die grosse Öffnung hinauskriechen können.

Loganiaceæ (incl. **Strychneæ**).

Gærtnera vaginata Lam. δδ deutlich, in Form von Grübchen in den Nervenwinkeln, inwendig und an der Mündung mit kurzen geraden Haaren versehen; bewohnt.

Pagamea guianensis Aubl. δδ in den Nervenwinkeln sehr kleine, dem blossen Auge kaum merkbare, gewimperte Grübchen oder niedrige Einsenkungen; bewohnt.

Strychnos Gardneri A. Dec.[1]) siehe Fig. 5, Taf. II. Die reich bevölkerten δδ dieser Pflanze befinden sich in den zwei untersten Nervenwinkeln, welche an der Innenseite der erhöhten Nerven dichte, gerade ausstehende Haare tragen. Ähnliche δδ sind, wie oft gesagt worden, bei mehreren anderen Pflanzen vorhanden.

» *brasiliensis* Mart. N:o 263. Herb. Bras. Mosén. Die Füsse der opponirten Blätter sind angeschwollen und umfassend. Diese beutelähnlichen Anschwellungen mögen vielleicht δδ sein; sie sehen solchen sehr ähnlich aus. Da mir indessen nur getrocknete Exemplare zu Gebote standen, und es möglich wäre, dass die kleinen Räume im Blattwinkel dadurch gebildet worden, dass die daselbst sitzende Knospe vertrocknet ist und Thierchen

1) »Axillis nervorum subtus barbatis», Mart. Flora Bras. Vol. VI, 1. pag. 273.

nachher in die somit entstandene Öffnung hineingekrochen sind, wage ich nicht mit Gewissheit zu entscheiden, ob diese Anschwellungen δδ sind oder nur auf den Schutz der jungen Knospe abgesehen. Ich möchte jedoch auf dies Verhältniss hinzeigen, weil es bei manchen anderen Pflanzen gewöhnlich ist, dass Thierchen sich in den Blattwinkeln verstecken und ihre Excremente lassen, welche nachher aufgelöst werden von den Regentropfen, die sich hier oft ansammeln und festgehalten werden.

Strychnos spec. Herb. Bras. N:o 3217 Mosên, δδ in Form von haarigen Nervenwinkeln.

Sapotaceæ.

Hopea Wigthiana Wall. δδ in Form von Grübchen in den Nervenwinkeln mit kleinen gerundeten Öffnungen.

Oleaceæ (incl. Jasmineæ).

Auch diese Familie scheint eine sehr deutliche Prädisposition zur Bildung von Domatien zu besitzen. Es finden sich eine Menge ausgezeichneter Formen von δδ bei verschiedenen hieher gehörenden Gattungen und Arten.

Fraxinus excelsior L. Es ist nicht unmöglich, dass die auf der Rhachis befindliche Rinne, deren Eingänge in der Mitte zwischen den Blättchen liegen, als Domatium fungirt (siehe Fig. 8 und 9, Taf. IV in meiner Abhandlung »Die Anpassungen der Pflanzen an Regen und Thau»). Sie ist nämlich, so viel ich gefunden, immer bewohnt. Zur Zeit des Laubfalles biegen sich die beiden Ränder der geschlossenen Rinne aus einander, wodurch die Rinne geöffnet wird. Ausserdem sind oft auf der Unterseite der Blättchen längs dem Hauptnerve und an der Basis Haare vorhanden, in deren Schutz andere Milben sich aufhalten. An den Exemplaren, welche ich im Winter untersucht habe, haben die Milben in den Lenticellen überwintert.

» *dimorpha* ist gleichwie *F. excelsior* mit kleinen Haarschöpfen an der Rhachis zwischen den Blättchen versehen, was wahr-

scheinlich eine Anpassung an Regen ist. An den getrockneten Exemplaren, die ich Gelegenheit gehabt zu untersuchen, war die Rinne nie geschlossen. An der Basis der Blättchen aber auf der *einen* (gegen das Endblättchen gekehrten) Seite ihres Hauptnerves findet sich ein Haarschöpfchen, welches bewohnt ist. Wenn man sich das zusammengesetzte Blatt als ein einzelnes ungetheiltes Blatt vorstellt, sitzen also die δδ hier auf der Blattunterseite an den Nervenwinkeln längs dem Hauptnerve. Die Blättchen sind bei dieser Art an der Basis symmetrisch, was dagegen nicht der Fall ist bei

Fraxinus Ornus L. Die Blättchen werden hier unsymmetrisch, dadurch dass die dem Endblättchen zugekehrte Blatthälfte nicht, wie die andere, bis zur Rhachis geht. Der Theil der Blattspreite, der bei *Fr. dimorpha* das δ trägt, *mangelt* somit hier; anstatt dessen sitzen die δδ in Form von Haarschöpfchen mitten im Winkel zwischen der Rhachis und der Basis des Blättchens. Es scheint mir nicht undenkbar, dass diese Anordnung zu derselben Zeit als δ und als eine Anpassung für Regen nützlich sein kann, ja vielleicht auch als Vermittlerin von Bewegungserscheinungen der Blättchen. Mir standen indessen nur getrocknete Exemplare für meine Untersuchung zu Gebote.

» *sambucifolia* Lam. hat Haarschöpfe zwischen den Blättchen, bisweilen sowohl an der Ober- als der Unterseite der Rhachis.

Jasminum abyssinicum R. Br. trägt an der Unterseite der Blätter in den Nervenwinkeln δδ in Form von Grübchen mit haartragender zusammengezogener Mündung (folglich den δδ der *Psychotria daphnoides* am nächsten stehend).

» *angulare* Vahl. Die 2—6 untersten Nervenwinkel sind schalenförmig vertieft mit Haarbildungen am Rande. Die Vertiefungen sind an der Oberseite als kleine Höcker merkbar. Bewohnt.

» *auriculatum* Vahl. δδ wie bei *Jasminum abyssinicum*, aber etwas grösser.

» *azoricum* L. δδ Haarschöpfchen in den Nervenwinkeln.

» *Bandieri* Webb. Die Ränder des Endblättchens und der nächststehenden Blättchen sind eingefaltet und scheinen bewohnt zu sein. Auch die Rhachis ist an den Seiten mit Rändern versehen, welche nach oben zusammengerollt sind. Indessen ist es schwer nur mittelst getrockneter Exemplare zu entscheiden,

ob diese Bildungen dürfen als Domatien gedeutet werden. Ich habe keine anderweitigen δδ bei dieser Art auffinden können, was anmerkungswerth ist, da diese Gattung sonst an domatienführenden Arten reich ist.

Jasminum didymum Forst. Die reich bewohnten δδ gleichen am nächsten denen von *Strychnos Gardneri* A. Dec. (siehe Fig. 5, Taf. II.).

» *grandiflora* L. verhält sich beinahe wie *Fraxinus dimorpha;* die δδ liegen aber zur Hälfte auf dem geflügelten Rande der Rhachis.

» *revolutum* Sims. Mit eingefalteten Rändern wie *J. Bandieri,* aber zweifelhaft.

» *officinale* L. δδ wie bei *J. grandiflorum.*

Linociera arborea Eichl. δδ Haarschöpfe in den Nervenwinkeln längs dem Mittelnerve.

» *spec.* Herb. Regnell. Ser. II. N:o 57 hat auch grosse deutliche Haarschöpfe in den Nervenwinkeln.

» *elegans* Eichl. »foliis subtus ad venarum axillas barbatis». Mart. Flora Bras. Vol. VI, Pars. 1, pag. 306.

Nathusia alata Hochst. Die Rhachis hat geflügelte Ränder, welche zurückgerollt sind und gegen die Basis erweitert. Die Nervenwinkel ohne Haarschöpfe. Ist indessen etwas zweifelhaft.

Olea foveolata E. Mey. hat in den Nervenwinkeln spärliche, aber besonders deutliche und bewohnte Grübchen (foveolæ), deren gegen den Mittelnerv gewendeter Rand Haare trägt.

» *cernua* Vahl. hat besonders grosse, platte, trianguläre Haarschöpfe in den Nervenwinkeln. Ein Grübchen oder eine Einsenkung ist nicht vorhanden, noch kann ein besonderer Raum, wie bei Tilia, wenigstens an getrockneten Exemplaren, unterschieden werden.

Die Arten von den Gattungen *Syringa*, *Ligustrum* und *Phillyrea,* die ich Gelegenheit gehabt habe zu untersuchen, waren *alle* ohne Domatien.

Myrtaceæ.

Eugenia (Jambosa) australis Wendl. (siehe oben S. 26).

Ribesiaceæ.

Ribes alpinum L. hat auf der Unterseite des Blattes an der Basis an den Seiten des Hauptnerves gewöhnlich 2 *taschen*-ähnliche, bewohnte δδ. Diese gleichen denjenigen der *Lonicera alpigena* darin, dass die Epidermis am Nerve sich von der unteren Zelllage erhebt und zu einem Boden auswächst. Dieser trägt am Rande lange, mehrzellige Haare, welche über den Eingang gebogen sind; auch an den Seitenwänden finden sich dergleichen Haare. Die Epidermis der Innenseite ist nicht merkbar differenzirt.

» *grossularia* L. hat beinahe ähnliche δδ, welche jedoch weniger constant auftreten. Nur cultivirte Exemplare sind von mir untersucht worden. Bemerkenswerth ist es, dass sowohl bei dieser Art wie bei *Ribes rubrum* Milben fast immer sich in dem kleinen Raume aufhalten, der unter dem vertrocknet presistenten Kelche an der *Frucht* gebildet wird.

Rhamnaceæ.

Rhamnus Alaternus L. siehe oben S. 19.

» *glandulosus* Ait. Fig. 13, Taf. II zeigt eine vergrösserte Abbildung der Blattbasis von oben gesehen, mit drei grossen Domatien. Es sind eben diese, die zum Namen dieser Art Veranlassung gegeben haben. Sie kommen vorzüglich an der Blattbasis vor, aber auch an der Spreite in den stärkeren Nervenwinkeln längs dem Mittelnerve. Sie bestehen aus grossen Grübchen, welche an der Oberseite des Blattes bedeutende Erhöhungen bilden. Der Eingang der δδ ist haartragend, besonders an dem den Nerven zugekehrten Rande.

Ich kann nicht nach dem Materiale, das mir zu Gebote gestanden, mit Bestimmtheit entscheiden, welche Thierchen diese

δδ bewohnen. Einige vorgefundene Reste nach Häutungen gehören aller Wahrscheinlichkeit nach nicht den Milben. Ich bin auch zweifelhaft, ob die von mir untersuchten δδ vollkommen normal gewesen sind, weil bei mehreren braune Flecke an der Innenseite vorhanden waren, die allen Zeichen nach pathologisch waren. Die betreffenden δδ gleichen den δδ des *Rhamnus Alaternus* in ihrem anatomischen Bau, und weichen nur darin von denselben ab, dass die Epidermiszellen von dem subepidermalen Gewebe deutlich differenzirt sind, langgestreckt und nur durch 1 Querwand (selten 2) getheilt. Dagegen finden sich bei *R. Alaternus* gewöhnlich 2, ja sogar 3, Querwände. Ausserdem sind die Querwände bei *R. glandulosus* viel dünner. Es hat mir oft gescheint, als wäre ein feinkörniger Stoff in den dickeren Wänden dieser δδ eingelagert, aber ich wage nicht zu entscheiden, ob diese Körnchen bei dem Durchschneiden selbst hineingebracht worden.

Rhamnus tinctorius W. K. hat in den 3—4 untersten Nervenwinkeln δδ, welche denen der Tilia am ähnlichsten sind, wiewohl kleiner.

» *prinoides* Herit. δδ wie bei der vorhergehenden, aber in grösserer Anzahl.

Verschiedene andere *Rhamnus*-Arten haben ähnliche δδ. Bei *Rh. hybridus* hat der Mittelnerv hervorragende Ränder, unter denen man oft Milben antrifft; eine deutliche Domatienbildung aber habe ich nicht wahrnehmen können.

Paliurus australis Gært. δδ gewimperte Täschchen in den zwei Nervenwinkeln an der Blattbasis.

Ceanothus Africanus L. Obwohl ich von dieser Pflanze nur cultivirte Exemplare für meine Untersuchung erhalten konnte, stehe ich nicht an, die kleinen runden Nebenblättchen an der Blattbasis als δδ zu erklären (sieh Fig. 12, Taf. II). Diese sind nämlich schalenförmig mit concaver Unterseite; in der somit gebildeten Höhle halten sich die Milben auf. Haarbildungen giebt es nicht; die Epidermis der Innenseite mangelt Spaltöffnungen, ist aber im Übrigen nicht merkbar metamorphosirt. Die subepidermalen Gewebe schliessen sich der Epidermis eng an. An der Spitze der Nebenblättchen kommt eine sehr reiche Harzbildung vor.

Aquifoliaceæ.

Ilex siehe oben S. 23.

Villarezia Ruiz et Pav. hat mehrere südamerikanische Arten mit δδ, welche denen der *Coprosma Baueriana* am nächsten stehen z. B. V. *paniculata* Mart., V. *spec.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 381*, 381 a, N:o 70 leg. A. SEVERIN.

Aceraceæ.

Acer platanoides L. siehe oben S. 23. Verschiedene andere Arten werden auch von FERD. PAX in seiner *Monographie der Gattung Acer* durch *foliis in nervorum axillis tomentosis* charakterisirt. Ich habe diese doch nicht untersucht.

Anacardiaceæ.

Anacardium occidentale L. siehe oben S. 25.

» *pumilum* St. Hilaire. Die δδ gleichen an Form denen der vorhergehenden Art, sind aber etwas grösser, und finden sich nur am Hauptnerve.

» *humile* Mart. hat wenige und sehr undeutliche δδ; die Blätter sind an der Unterseite feinhaarig. (Ein nahestehendes Geschlecht, *Anaphrenium* E. Mey. hat die Blätter an der Unterseite haarig und mangelt δδ).

Odina Schimperi Hochst. hat δδ in Form von Haarschöpfchen, denen der *Tilia* ähnlich.

Bixaceæ.

Casearia rupestris Eichl. hat δδ, welche äusserlich denen der *Tilia europæa* gleichen.

» *spec.* Herb. Regnell. Ser. III. N:o 389 ist in den stärkeren Nervenwinkeln mit δδ in Form von Dütchen versehen, ohne Haarbildungen.

Kiggelaria africana L. hat in den Nervenwinkeln reichliche Haarschöpfe, die bewohnt sind. Die Unterseite der Blätter ist, wie bei *Tilia*, reich an Sternhaaren, welche auf den feineren Nerven sitzen.

Magnoliaceæ.

Liriodendrum tulipifera L. Die Nervenwinkel an der Unterseite des Blattes sind rinnenförmig längs dem Mittelnerve hinausgezogen; die Ränder der Rinne sind mit Haaren versehen, unter denen ich zahlreiche Reste von Thierchen gefunden habe. Diese Anordnungen erscheinen mir sehr eigenthümlich; da mir aber lebendes und hinlängliches Untersuchungsmaterial gemangelt, wage ich nicht mich des Weiteren über dieselben auszusprechen.

Tiliaceæ.

Aristotelea Macqui Herit. hat bewohnte ∂∂ in Form von Haarschöpfen in den Nervenwinkeln (jedoch nicht so deutlich als bei *Tilia europæa*).

Berrya Ammonilla Roxb. ∂∂ in den Nervenwinkeln an der Blattbasis, an Form denen der vorhergehenden ähnlich.

Corchorus olitorius L. nebst verschiedenen anderen Arten haben vielleicht ∂∂ an der Unterseite der Blattbasis. Die bei mehreren Arten vorkommenden Haarränder am Stengel sind am wahrscheinlichsten als Anpassungen an Regen aufzufassen.

Dasynema alnifolium Mart. Die Winkel der erhöhten Nerven sind im Innersten haarig und bewohnt.

Elæocarpus. Manche, vielleicht die meisten, von den zu dieser Gattung gehörenden Arten haben besonders deutliche, gewöhnlich *taschen*-ähnliche, dreieckige Domatien. Hieher gehören die grössten aller mir bekannten Domatien.

» *dentatus* Vahl. siehe oben S. 21.

» *oblongus* Gært. siehe oben S. 22.

Elæocarpus lancæfolia Roxb. (= lanceolatus Roxb.?) hat deutliche Täschchen in den Nervenwinkeln mit einer kleinen gerundeten Öffnung am vorderen Rande.

» *petiolatus* Wall. (= *Monocera petiolaris* Jack.) δδ wie bei *E. oblongus.*

» *reticulatus* Sm. (= *E. cyaneus* Sims.). Die im Innersten der Nervenwinkel belegenen kleinen Felder der an der Unterseite reticulirten Blätter sind zu Grübchen umgebildet, welche bewohnt sind.

» *rugosus* Roxb. Die δδ sind denen des *E. oblongus* am ähnlichsten, aber kleiner, und die Öffnung liegt in der Mitte des dreieckigen Bodens.

» *serratus* L. δδ deutlich, denen der vorhergehenden Art ähnlich, aber etwas kleiner.

Grewia occidentalis L. δδ in Form von kleinen, jedoch deutlichen, Haarschöpfen.

» *populifolia* Vahl. Auf der Unterseite des Blattes in den Nervenwinkeln an der Blattbasis finden sich gewöhnlich 2 taschenähnliche bewohnte δδ mit gewimperten Rändern. Sie gleichen äusserlich sehr nahe den δδ bei *Ribes alpinum* L.

Monocera spec. (macrocera?) Dreieckige δδ in den Nervenwinkeln mit fast unmerkbarer Öffnung am vorderen Rande. Die Innenseite der δδ ist durch gerundete Erhöhungen uneben.

Sloanca monosperma Arrab. δδ in Form von Haarschöpfen in etlichen, aber nicht allen Nervenwinkeln.

» *spec.* Herb. Brasil. N:o 2784 Mosén und einige andere Arten von dieser südamerikanischen Gattung, haben auch haarige Nervenwinkel.

Tilia L. Eine grosse Zahl von dieser Gattung angehörenden Arten haben δδ in Form von haarigen Nervenwinkeln (Haarschöpfchen), und dies gilt wahrscheinlich von *allen* glattblättrigen Arten. Die Formen dagegen, deren Blätter an der Unterseite dichtbehaart oder filzig sind, mangeln ausnahmslos jede Andeutung von Domatien. Von den kahlblättrigen Arten habe ich die folgenden untersucht.

» *europæa* L. fl. su. ed. 2. (= T. *parvifolia* Ehrb.) siehe oben S. 3 . Nach Herbarium-Exemplaren im Herb. Mus. Ups. stimmen mit

dieser die folgenden, mehr oder weniger synonymen Formen überein: *T. cordata* Mill., *intermedia* Hayn., *microphylla* Vent., *præcox* Host. und *T. grandifolia* Ehrb. (= *latebracteata* Host., *platyphyllos* Scop., *corallina* Sm. und *vitifolia* Host.), *flavescens* A. Braun, *floribunda*, *glabra* Vent. (= *americana* L.), *laxiflora* Michx., *heterophylla* Vent. (= *macrophylla* Host., welche auch in den Winkeln der kleineren Seitennerven Domatien besitzt, öfters bis zu einer Anzahl von 270—300 an einem einzigen Blatte), *missisippensis* Desf., *neglecta* Spach., *oxycarpa* Rchb., *pallida*, *rubra* Dec. (der Eingang des Domatiums ist bei dieser Art zuweilen an der Spitze des Nervenwinkels gelegen, nicht, wie im gewöhnlichen Falle, an der dieser Spitze entgegengesetzten Seite des ∂). Unter dem Namen von *Tilia pubescens* Ait. kommt in Herb. Mus. Ups. eine Serie von Formen vor, theils mit glatten, theils mit mehr oder weniger feinhaarigen Blättern; die ersteren besitzen, die letzteren mangeln Domatien.

Lauraceæ.

Camphora officinalis Nees. hat 2—3 deutliche, bewohnte ∂∂ in den stärkeren Nervenwinkeln in der Nähe der Blattbasis. Die ∂∂ haben die Form von Grübchen mit gewimperter Mündung *(= Psychotria daphnoides).* Die Epidermiszellen der Innenseite sind in Querschnitt quadratisch mit etwas erhöhter Aussenwand. Die Zellen der subepidermalen Gewebe, welche mehr rectangulär sind, schliessen sich eng an die Epidermis und mangeln Chlorophyllkörper; es mögen sich hier vielleicht noch andere anatomische Eigenthümlichkeiten finden, welche indessen nicht mittelst getrockneter Exemplare näher angegeben werden können.

Camphoromoea laxa Nees. ∂∂ in den Nervenwinkeln, welche kurze, gerade ausstehende Haare tragen; bewohnt.

Cinnamomum aromaticum Nees. Die von den zwei grösseren Seitennerven mit der Mittelrippe gebildeten Winkel sind tief und bewohnt; weitere Entwickelung zu ∂∂ mangelt.

Gymnobalanus Minarum Nees. & Mart. hat ∂∂, denen der *Camphora officinalis* ähnlich, in den Nervenwinkeln längs der unteren Hälfte des Mittelnerves.

Laurus canariensis Webb. *(= Persea canariensis?)* hat deutliche δδ in den Nervenwinkeln in Form von schalenförmigen Einsenkungen (= Grübchen mit *weiter* Mündung) mit gewimpertem Rande. Die von mir untersuchten δδ waren besonders reich an kleinen, länglichen oder gerundeten Excrementen, sowie an Milben-Häuten.

» *(Persea) indica* L. hat bewohnte Haarschöpfchen in den Nervenwinkeln, aber auch hie und da am Mittelnerve.

» *nobilis* L. Die getrockneten Exemplare dieser Art aus den Ländern am Mittelmeere, die ich untersucht habe, hatten alle deutliche δδ in den Nervenwinkeln in Form von gewimperten Grübchen mit weiter Mündung, folglich denen der *Laurus canariensis* ähnlich. Im Innersten der Nervenwinkel schliessen sich die subepidermalen Zellen eng an die Epidermis und mangeln Chlorophyllkörper. Die Epidermiszellen sind in Durchschnitt quadratisch und die Aussenwand derselben ist hier nicht so dick wie sonst auf der Blattunterseite. An einem cirka 2 met. hohen Exemplare dieser Art, das ich während sechs Jahre in einem Wohnzimmer gehalten habe und von welchem die Milben theils durch Räuchern, theils mittelst eines Pinsels entfernt worden, sind die δδ allmählich sehr unbedeutend geworden, ja sie sind sogar von gewissen Zweigen gänzlich geschwunden. Es hat sich somit deutlich gezeigt, dass wo die Milben gemangelt, da haben die δδ nicht ihre normale Entwickelung und Grösse erreicht, so dass die volle Entwickelung der δδ in nothwendigem Zusammenhange mit der Gegenwart der Milben gestanden hat. Ich habe Schildläuse von *Nerium* und Spinnmilben von cultivirten Rosen nach den Nervenwinkeln hinübergebracht; es ist aber dadurch keine Domatienbildung verursacht worden, wohl aber pathologische Erscheinungen (Zerstörung der Epidermis und des Chlorophylls).

Ähnliche δδ kommen bei mehreren der Laurus-Arten vor, welche sich in Herb. Mus. Bot. Ups. finden, z. B. bei L. *spec. Herb. Regnell. Ser. III. N:o 76, Ser. III. N:o 1034,* u. m., sowie bei *Laurinea* spec. N:o 3666. Herb. Bras. Mosén.

» *Benzoin* L. δδ sind äusserlich denen der L. *nobilis* L. ähnlich. Die Epidermis der Innenseite ist oft zweischichtig. siehe Fig. 6, Taf. III.

Mespilodaphne tristis Meisn. hat auch kleine Einsenkungen, von Haaren umgeben, in den Nervenwinkeln, jedoch nicht an allen Blättern. Es ist auch möglich, dass δδ vorkommen in den Nervenwinkeln bei M. *pulchella* und *ferruginea* Meisn., was ich jedoch nicht mit Sicherheit habe untersuchen können an den mir zu Gebote stehenden Exemplaren.

Oreodaphne bullata Nees. Diese Art hat ihren Species-Namen (siehe De Cand. Prodr. XV, Seite 118) erhalten wegen der 2—4 halbkugelförmigen Erhöhungen in den Nervenwinkeln an der Mittelrippe in der Nähe der Blattbasis auf der Blattoberseite. Der Eingang zu diesen δδ ist, wie gewöhnlich, auf der Unterseite belegen und mit gewimpertem Rande versehen. Die Epidermis der Innenseite zeigt an den getrockneten Blättern, die mir zur Untersuchung zugänglich waren, verschiedene Unebenheiten, ist aber übrigens ganz unbeschädigt. Die Epidermis besteht, soviel ich habe sehen können, nur aus *einer* Zellschicht, die innere Wand ist aber oft verdickt; Thierexcremente haben in den untersuchten δδ niemals gemangelt.

» *porosa* Nees. hat auch, wie die folgende Art, ihren Species-Namen wegen ihrer δδ erhalten. Siehe Mart. Flora Bras. Tom. V, pars 2, pag. 236: »costarum axillæ plerumque (nec tamen constanter) subtus foveatæ» und Tab. 83, Fig. 29, b, 30, wo ein domatium abgebildet ist.

» *vesiculosa* Nees. »axillis subtus puberolo foveolatis». Mart. Flora Bras. Tom. V, pars 2, pag. 237.

» *fetens* Nees. hat grosse behaarte Flecke in den Nervenwinkeln mit entsprechenden niedrigen Erhöhungen an der Oberseite (siehe De Cand. Prodrom. XV, Seite 119).

Ulmaceæ.

Ulmus montana With. siehe oben S. 10.

Cupuliferæ (Betuleæ, Coryleæ, Fagineæ).

Alnus glutinosa Gærtn. siehe oben S. 10.

Corylus Avellana L. siehe oben S. 12.

Quercus aquatica Walt. hat braune Haarschöpfe in den 3—5 mittleren Nervenwinkeln; die Blätter sind übrigens kahl, ohne Einfaltung an der Basis (»am Grunde nicht geöhrt»).

» *Brutia* Tenor. δδ wie bei *Qu. Robur*, siehe oben S. 12.

» *Catesbœi* Michx. δδ kommen an den *meisten* Blättern in Form von grossen haarigen Flecken vor. Die Blätter gewöhnlich kahl.

» *chainolepis* Kotsky (= *Calliprinos* Webb. var.) hat bewohnte Haarschöpfe an der Blattbasis an beiden Seiten des Mittelnerves; Einfaltung ermangelt; Blätter kahl.

» *depressa* H. B. hat Haarschöpfe, jedoch nicht immer constant.

» *dispar* Kotsky. Haarschöpfe an der Basis, aber keine Einfaltung.

» *falcata* Michx. hat behaarte Blätter, jedoch aber auch einige Schöpfe von dünnen Haaren, welche vielleicht im Knospenstadium Bedeutung als Schutz gehabt haben mögen; zweifelhaft.

» *glabrescens* Benth. Nicht die Blattbasis allein, sondern der ganze Rand des Blattes ist etwas zurückgerollt und an mehreren Stellen bewohnt. Es ist aber nicht möglich nur aus getrockneten Exemplaren mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob diese Anordnungen Domatien entsprechen.

» *heterophylla* Michx. δδ wie bei *Qu. Catesbœi.*

» *Libani* Oliv. hat behaarte Nervenwinkel, jedoch nicht ganz deutlich; dasselbe gilt auch von einigen anderen nahestehenden Arten.

» *inops* Kotsky (= *Q. Calliprinos* Webb variet. D.C. Prodrom. XVI, 2, pag. 54) hat kleine Haarschöpfe, wie *Q. chainolepis.*

» *nigra* L. hat reichliche Haarbildung in den Nervenwinkeln; ältere Blätter feinbehaart, jüngere kahl mit δδ = *Tilia;* keine Einfaltung am Rande; muss an lebenden Exemplaren näher untersucht werden. Dasselbe gilt von *Qv. orizabœ* Liebm.

» *rigida* Willd. hat Haarschöpfe wie *Q. chainolepis.*

» *robur* L. (= *Q. pedunculata* Ehrh.) siehe oben S. 12.

Quercus rubra L., *salicifolia* Nee., *sartorii* Liebm., *serrata* Thunb. und *tinctoria* Willd. haben δδ, die im Äusseren denen der *Tilia* ähnlich sind.

Von den oben aufgezählten *Quercus*-Arten haben mit wenigen Ausnahmen nur getrocknete Exemplare mir zu Gebote gestanden. Ich kann mich deshalb nicht mit Gewissheit über die Domatien dieser Gattung aussprechen. Indessen scheinen mir dieselben höchst lehrreiche Variationen darzubieten Betreffs der Form und Stellung der δδ, und es steht zu vermuthen, dass diese Variationen bei der Erklärung von dem gegenseitigen Zusammenhange der Arten keineswegs ohne Bedeutung sein würden. Es scheint indessen durchgehends das Verhältniss Statt zu finden, dass, wenn die Blätter dichtbehaart sind, deutliche δδ mangeln, und wenn δδ in Form von Haaren entweder in den Nervenwinkeln oder an der Blattbasis vorkommen, es auch keine Einfaltung an der Blattbasis giebt, die dann oft eine ganz andere Form erhält. Ich halte es indessen für nicht unwahrscheinlich, dass *Quercus*-Arten sich finden, wo einige Blätter δδ haben in Form von Einfaltungen, andere Blätter aber Haarschöpfe bekommen.

Hamamelidaceæ.

Liquidambar orientale Mill. δδ in Form von Täschchen in den Nervenwinkeln an der Blattbasis.

» *styraciflua* L. δδ in Form von Haarschöpfen sowohl in den Nervenwinkeln an der Blattbasis als längs den grösseren Nerven.

Platanaceæ.

Platanus orientalis L. Die dütenförmig vertieften Nervenwinkel erweitern sich im Innersten zu einem kleinen abgerundeten Raume, welcher bewohnt ist.

Juglandaceæ.

Carya microcarpa Nult. Die Nervenwinkel mit kurzen Härchen versehen, bewohnt.

» *porcina* Nult. δδ wie bei der vorhergehenden Art, aber deutlicher.

» *tetraptera* Liebm. δδ wie bei der vorhergeh.

Juglans pyriformis Lieb. δδ wie bei der vorhergeh.

» *regia* L. hat Haarschöpfe in den Nervenwinkeln der Blättchen.

Pterocarya caucasica C. A. Mey. δδ im Äusseren denen der *Tilia* ähnlich.

Die verschiedenen Formen, in welchen wir oben die Domatien verschiedener Pflanzen auftreten gesehen, können auf die folgenden *Haupttypen* zurückgeführt werden.

1. Haarschöpfe, z. B. *Tilia europæa* L. Fig. 1, Taf. I. Diesem Typus gehören auch solche locale Haarbildungen, wie sie bei einigen der obengenannten Pflanzen mit den Worten »*haarige* (od. bartige) *Nervenwinkel*» oder dergleichen Ausdrücken beschrieben worden, z. B. *Strychnos Gardneri* A. Dec. Fig. 5, Taf. II.
2. Zurückbiegungen oder Einfaltungen (verschiedener Pflanzentheile: der Blattspreite, der Blattzähne, des Blattrandes, des Rhachisrandes u. s. w.), z. B. *Quercus Robur* L. Fig. 11, Taf. II, *Ilex spec.* Fig. 2, Taf. II, *Schinus spec.* Fig. 3, Taf. II, *Ceanothus Africanus* L. Fig. 12, Taf. II.
3. Grübchen; ohne Haarbildungen z. B. *Coffea Arabica* L. und (oft) *Coprosma Baueriana* Endl. Fig. 1, Taf. II; mit Haarbildungen am Rande z. B. *Psychotria daphnoides* Cunningh. Fig. 1, Taf. III. *Rudgea lanceolata* Fig. 6, Taf. II, *Faramea spec.* (siehe oben S. 31), *Rhamnus glandulosa* Ait. Fig. 13, Taf. II, *Coprosma Billiardieri* Fig. 8, Taf. II; mit Haarbildungen am Grunde z. B. *Anacardium occidentale* L. Fig. 5, Taf. III. Tiefe und Weite der Grübchen, sowie die Beschaffenheit der Mündung, können sehr bedeutend wechseln.

4. Täschchen (oder Düten) z. B. *Elæocarpus oblongus* Wall. und *E. dentatus* Vahl. Fig. 4, Taf. II, *Psychotria spec.* Fig. 10, Taf. II (siehe oben S. 33), *Lonicera alpigena* L.
5. Beutel z. B. *Eugenia australis* Wendl. Fig. 7, Taf. II.

Es sind indessen Zwischenformen zwischen allen diesen Haupttypen sehr gewöhnlich, so dass es oft schwer hält mit Bestimmtheit zu entscheiden zu welchem Typus ein Domatium sollte gezählt werden; dies gilt besonders hinsichtlich der drei letzten Typen.

Aller Wahrscheinlichkeit nach treten indessen Domatien sowohl in mehreren anderen Formen wie bei mehreren anderen Geschlechtern und Familien als den oben aufgezählten auf. Es sollten nämlich höchst wahrscheinlich als Domatien betrachtet werden jene »glandulæ hypophyllæ», welche nach WITTMACK (Martii Flora Brasiliensis Fasc. LXXXI) bei einer Menge von Marcgraviaceen vorkommen, nämlich bei *Marcgravia polyantha* Delp., *myriostigma* Triana & Planch., *umbellata* Linn., *nervosa* Triana & Planch., *oligandra* Wright., bei Arten des Genus *Norantea*, *Ruyschia sphærodenia* Delp., *Souroubea Guianensis* Aubl., *exauriculata* Delp. u. a. Bei *Marcgravia polyantha* sind sie auf jeder Blatthälfte zu einer Reihe geordnet *mitten zwischen* dem Blattrande und dem Mittelnerve. Sie haben die Form von runden, etwas schrägen Grübchen, und die an der Blattbasis liegenden scheinen sich etwas von den übrigen zu unterscheiden. An den von mir untersuchten, getrockneten Blättern sind diese Grübchen an Acariden und deren Excrementen reich gewesen. Bei verschiedenen anderen Arten nehmen die betreffenden *»glandulæ hypophyllæ»* keinen bestimmten Platz ein.

Acacia dealbata Link. (Mimosaceæ) hat längs der Rhachis auf der Oberseite eine Reihe gewöhnlich rother *Grübchen.* Diese sind indessen am öftesten unbewohnt, so viel ich habe finden können. Mir standen jedoch nur cultivirte Exemplare für meine Untersuchungen zu Gebote.

Hieher gehören wahrscheinlich auch jene eigenthümlichen blasenähnlichen Bildungen, die auf der Blattunterseite an der Basis bei *Hirtella Guainiæ* Spruce (Chrysobalaneæ) vorkommen und in Mart. Flora Brasil. beschrieben und abgebildet sind Vol. XIV, Pars II, pag. 31 und Fig. Tab. X: »petiolo brevissimo 2-saccato» . . . . »vesiculis hispidissimis secus costam folii productis». Diese eigenthümlichen Bildungen möchten wohl verdienen in der Natur näher untersucht zu werden.

Bei einem *Elæodondron* spec., (Celastraceæ), das während einiger Zeit im botanischen Garten zu Upsala cultivirt wurde, waren die Blatt-

spitzen beutelförmig und von kleinen Acariden bewohnt. Diese Bildung mag indessen ihre Bedeutung haben als Schutz für die nachfolgenden Blätter, welche im Knospenstadium von dieser Blattspitze theilweise bedeckt werden.

Obwohl ich noch nicht Gelegenheit gehabt eine grosse Anzahl von Pflanzenfamilien zu untersuchen, bin ich doch der Ansicht dass das untersuchte Material hinreicht um daraus den Schluss zu ziehen dass gewisse Familien eine besondere Prädisposition zur Bildung von Acarodomatien besitzen. Dies gilt in erster Reihe von der Familie *Rubiaceæ*, was um so mehr bemerkenswerth ist, weil gerade in dieser Familie, nach Beccaris Untersuchungen, die meisten *myrmico*-domatien-führende Pflanzen bekannt sind. Deutliche acarophile Pflanzenfamilien sind ausserdem, wie ich oben darzulegen versucht, *Tiliaceæ*, *Oleaceæ*, *Bignoniaceæ*, *Lauraceæ*, *Cupuliferæ* u. a., und wahrscheinlich auch *Marcgraviaceæ*. In diesen Familien trifft man auch oft Arten an, welche ihren Species-Namen eben wegen ihrer Domatien bekommen haben, z. B. *Olea foveolata* E. Mey., *Oreodaphne bullata* Nees., *O. porosa* Nees., *O. vesiculosa* Nees., *Rhamnus glandulosus* Ait., *Psychotria foveolata* R. P. (?) u. a.

Unter den Familien, von welchen ich eine beträchtlichere Anzahl von Arten untersucht habe ohne Domatien zu finden, nenne ich besonders *Cordiaceæ*, *Sesamaceæ*, *Crescentiaceæ*, *Burseraceæ*, *Connaraceæ*, *Artocarpeæ*, *Dilleniaceæ*, *Menispermaceæ* und *Salicaceæ*. Ebenso mangeln Domatien allen mir bekannten *Monocotyledonen* und *Gymnospermen*, und — was vielleicht am meisten anmerkungswerth ist — sie scheinen auch bei allen *Kräutern* zu fehlen.

Die meisten obengenannten acarodomatien-führenden Pflanzen gehören der heissen (und temperirten) Zone an. Auch scheinen die Domatien hier ihren höchsten Grad von Ausbildung zu erreichen.

KAP. II.

VON DER NATUR DER DOMATIEN UND DEREN BEDEUTUNG FÜR DIE PFLANZE.

Da wir somit gefunden haben, dass es bei einer grossen Zahl von Pflanzen eigenthümliche, von Thierchen bewohnte Wohnsitze, Domatien, giebt, erübrigt es jetzt zu untersuchen, wie diese Bildungen entstanden sind und welche Bedeutung für die Pflanze ihnen zukommt. Es sind dabei mehrere Möglichkeiten ins Auge zu fassen.

Entweder sind sie 1) pathologische Erscheinungen, Gallbildungen, und wie solche von Thierchen verursacht, die einen nachtheiligen Einfluss auf die Pflanze ausüben;

oder 2) Einrichtungen um Thierchen zu fangen, wie es bei den sogenannten insectfressenden Pflanzen der Fall ist;

oder 3) sie haben eine etwaige Bedeutung für die Pflanze ohne in Zusammenhang mit den Thierchen zu stehen, die sich also nur zufälligerweise daselbst vorfinden;

oder 4) sie gereichen der Pflanze zum Nutzen eben dadurch, dass sie den Thierchen als Wohnsitzen dienen.

Dass sie, da es keinen Grund giebt sie als rudimentäre oder reducirte Bildungen zu betrachten, *jeder* Bedeutung mangeln und für die Pflanze ganz und gar indifferent sind, halte ich a priori für unmöglich; denn, wenn auch bei der einen oder anderen von den oben als domatienführenden erwähnten Pflanzen jene Theile, von welchen angenommen wird, dass sie Wohnsitze für Thierchen sind, nicht in beträchtlicherem Grade metamorphosirt sind und die Möglichkeit einer indifferenten Symbiose somit vorliegt, haben indessen bei der grossen Mehrzahl jene Theile eine solche besondere Ausbildung erreicht, dass kein Zweifel darüber entstehen kann, dass sie »organa sui juris» sind.

Was erstens die Möglichkeit betrifft, dass die Domatien krankhafte Bildungen wären, so ist eine solche Vermuthung in mehreren Fällen nicht gänzlich unbefugt, denn es giebt ja wirklich bei mehreren Pflanzen eine ganze Menge von durch Thierchen verursachten sogen. Gallbildungen, *Zoocecidien* THOMAS[1]), welche bisweilen eine gewisse Ähnlichkeit haben mit unseren Domatien, von welchen letzteren man demnach möglicherweise würde annehmen können, dass sie eine besondere Art von *Acarocecidien* (nicht *Phytoptocecidien*) bilden. Es ist indessen nach THOMAS, FRANK, SORAUER u. a. ein charakterisches Merkmal der Acarocecidien, dass das Chlorophyll des angegriffenen Pflanzentheiles eher oder später zerstört wird, so dass er bleich, braun oder roth wird, wonebst durch abnormen Zuwachs eine deutlich pathologische Bildung von wechselnder, nicht constanter Form entsteht. Dies ist aber hier gar nicht der Fall: bei normalen, bewohnten Domatien haben alle Theile eine frische und natürliche Farbe und eine Deformation findet sich nicht da, ja, bei mehreren Blättern, z. B. *Tilia*, *Coprosma*, *Psychotria*, bleiben eben die Stellen, welche die Domatien nächst umgeben, am längsten grün. Und dennoch sind die Domatien für nachtheilige Einwirkungen seitens mehrerer schädlichen Thiere ebenso empfindlich wie andere Pflanzentheile; z. B. Schildläuse, die von einem *Nerium* nach den δδ eines *Coprosma* übergetragen wurden, verursachten sogleich eine Zerstörung des Chlorophylls, und die auf Rosen oft vorkommenden Spinnmilben bewirkten, wenn sie auf *Tilia*-Blätter übergetragen wurden, auch eine Entfarbung. Dass *Phytoptus*-Arten Gallbildungen in Domatien veranlassen, habe ich oben (pag. 8, 10, 11 u. a.) erwähnt. Es ist zwar möglich dass das eine oder andere von den obengenannten Domatien in der Literatur als Cecidium aufgenommen und beschrieben ist; dass dies aber nur von ziemlich wenigen gelten kann, geht deutlich daraus hervor, dass ich normale deutliche Domatien niemals von irgend einer *Phytoptus*-Art, sondern nur von anderen Acariden bewohnt gefunden. Diese Thatsache ist besonders anmerkungswerth, und wenn sie zusammengehalten wird mit folgender Aussage von THOMAS, welcher eine der grössten Auctoritäten auf dem Gebiete der Acarocecidien ist und eine ungeheure Menge von Cecidien untersucht hat, zeigt sie deutlich dass unsere Domatien nicht Cecidien sind. THOMAS sagt nämlich: »Alle bis jetzt bekannten Milben, welche

1) THOMAS, Beiträge zur Kenntniss der Milbengallen und der Gallenmilben, in Giebel's Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Band 42, pag. 513 f.

Pflanzen deformiren oder Cecidien erzeugen, gehören ohne Ausnahme dem Genus *Phytoptus* Duj. an»[1]). Ausserdem zeigt uns schon ein flüchtiger Blick auf ein lebendes *Coprosma-* oder *Psychotria-*Blatt, dass die betreffenden Bildungen *nicht* pathologische Erscheinungen sind.

Um mit Bestimmtheit entscheiden zu können, wie die Sache sich verhält, und in der Hoffnung zugleich einen Leitfaden zur Enträthselung der Bedeutung der Domatien in die Hände zu bekommen, begann ich im Januari 1881 eine Serie von Culturversuchen in den Gewächshäusern des botanischen Gartens zu Upsala. In theils gekochter theils geglühter Erde wurden ausgesäet wohlgereinigte Samen von *Tilia europæa, Rhamnus Alaternus, Coffea arabica, Laurus nobilis* u. a. domatienführenden Bäumen und Sträuchern. Die Töpfe waren auch vorher erhitzt worden und wurden die ganze Zeit hindurch nur mit filtrirtem und destillirtem Wasser bewässert. Sie wurden sorgsam vor hinaufkriechenden Thierchen geschützt und in einem neuen, besonders für den Zweck eingerichteten Glaskasten aufbewahrt. Meine Absicht war zu sehen, wie die Domatien sich gestalten würden, wenn die Pflanzen vollständig von allen Milben abgeschlossen wären. Ich wurde daher höchst erstaunt, als ich, nach einiger Zeit des Wartens, auf Keimpflanzen von *Tilia* und *Rhamnus Alaternus* nicht nur die Domatien, sondern auch die Milben wiederfand. Die Erklärung davon fand ich bald bei einer näheren Untersuchung von den Früchten und Samen dieser Pflanzen. Bei den Tilia-Früchten konnte ich immer die Anwesenheit von einer oder ein Paar Milben *innerhalb* der harten Fruchtschale an *einem bestimmten Platze* constatiren. Bei den Früchten des *Rhamnus Alaternus* bewohnen die Milben besondere kleine Räumlichkeiten — Anordnungen, die ich gar nicht im Stande gewesen anders als in Zusammenhang mit den Milben zu erklären. Bei *Ceanotus Africanus* bildet der welchende Kelch kleine dütenähnliche Verstecke mit Milben oder Milbeneiern; solche wurden auch bei Früchten von *Coffea* angetroffen, welche Dr. BOVALLIUS für mich in West-Indien eingesammelt hatte. Die Früchte verschiedener *Ribes*-Arten sind auch am öftesten bewohnt, wie ich oben (pag. 43) erwähnt habe. Indessen wage ich *nicht mit Bestimmtheit* zu behaupten, dass eine grössere oder mindere Anzahl von Pflanzen domatienführende Früchte besitzen, und will mich gegenwärtig nicht auf diese Frage einlassen, weil ich noch nicht hinreichende Gelegenheit gehabt *in der freien Natur* dies Verhältniss an passendem Mate-

---

1) Beschreibung neuer oder minder gekannter Acarocecidien. Nova Acta Acad. Cæs. Leop.-Carol. Germ. Nat. Cur. t. XXXVIII. N:o 2, pag. 257, Dresdæ 1876.

rial[1]) zu untersuchen und zu beobachten, wie die verschiedenen Theile der Früchte ausgebildet werden. Was ich aber habe constatiren können, ist die Thatsache, dass eine sehr grosse Zahl von Früchten und Samen Milben oder Milbeneier hegen, die derart von der einen Generation nach der anderen übergeführt werden.

Ich unternahm danach neue Culturversuche mit Früchten und Samen, von denen die Milben entfernt worden, was öfters nicht ohne Wegnahme oder Zerstückelung der ganzen Fruchtwand oder Samenschale geschehen konnte. Die meisten Samen keimten jetzt nicht, was auch zu erwarten stand; von *Rhamnus Alaternus* aber erhielt ich doch eine kräftige, milbenfreie Keimpflanze. Da den ersten Blättern dieser Pflanze Domatien vollständig *mangelten*, schien mir die Sache sehr verdächtig; seitdem ich aber gefunden, dass gerade bei dieser Pflanze die Domatien oft an mehreren Blättern mangeln (siehe oben pag. 20), wartete ich die Zeit ab und es gelang mir endlich nach neunzehn Monaten des Harrens am 29:ten Blatte die ersten Andeutungen von den künftigen Domatien zu constatiren, obwohl diese bedeutend kleiner und ärmer an Haaren wurden, als an bewohnten Blättern.

Nachher habe ich mich mehrmals auf eine viel einfachere Weise, dadurch nämlich dass ich mir milbenfreie Sprosse von *Coprosma* und *Psychotria* verschaffte, überzeugt, dass die aus solchen Sprossen entwickelten Blätter Domatien bekommen, obgleich die Thierchen sich nicht da finden. Ich halte es darum für *unmöglich*, dass jene Bildungen können pathologisch sein. Und wenn es auch in der That Domatien giebt, welche erst nach der Ankunft der Thierchen gebildet werden (wie ich z. B. bei *Lonicera* u. a. geneigt bin anzunehmen), so folgt es *nur* daraus *gar nicht* mit Nothwendigkeit, dass diese Bildungen der Pflanze schädlich wären, da ja keine krankhaften Symptome damit verbunden sind. Wir besitzen ja andere Beispiele davon dass gewisse äussere Verhältnisse bestimmte Organe hervorrufen, wie z. B. in Folge des Contactreizes sich die Haftscheiben ausbilden, welche vermittelst klebender Secrete die Ranken von *Ampelopsis hederacea*, *Bignonia littoralis*, *Hanburya mexicana* u. a. an Mauern, Bäume u. s. w. anheften. Durch Contactreiz wird auch die Entstehung der Haustorien von *Cuscuta* und *Cassyta* veranlasst, vermöge der diese Parasiten die Nahrung aus ihren Nährpflanzen ziehen[2]).

1) Die Untersuchungen, welche ich zu wiederholten Malen an Tilia angefangen habe, lieferten keine Resultate, weil die Früchte nicht zur Reife gelangten.

2) Koch, Unters. über die Entwicklung d. Cuscuteen in Hansteins Bot. Abhandl. 1874, Bd. 2, pag. 121, u. Die Klee- und Flachsseide, 1880.

Für die Annahme, dass δδ nur zum Thierfange eingerichtet wären, habe ich keine Gründe gefunden. Gegen diese Annahme spricht die Thatsache, dass die Milben nach Belieben in die δδ hinein- und wieder aus denselben hinausgehen können, ebenso wie die in den meisten δδ vorkommenden Reste nach zahlreichen Häutungen. Sie sind demnach Wohnsitze, nicht Fallen.

Es scheint mir jedoch nicht unmöglich, dass die δδ aus todten Thierchen Nahrung ziehen können, so dass also zwischen den δδ und dergleichen Bildungen wie die Blasen der Utricularia eine scharfe Grenzlinie kaum gezogen werden kann.

Wir wollen dann die dritte der angenommenen Möglichkeiten prüfen, die nämlich, dass die δδ etwa eine andere Bedeutung hätten, *ohne* in Zusammenhang mit den Thierchen zu stehen, deren Vorkommen hier somit nur ein Zufall wäre. Irgend eine annehmbare Erklärung des ganzen anatomischen Baues und der Haarbildung aus dem Gesichtspunkte der Herstellung der Schubfestighet, oder als Vermittler von Bewegungserscheinungen, oder aus irgend einem anderen mechanischen oder nicht mechanischen Gesichtspunkte habe ich nicht auffinden können[1]). Es ist ja indessen möglich, dass es noch andere bekannte oder bisher unbekannte Gesichtspunkte gäbe, so dass die Möglichkeit einer anderen Erklärung bis auf Weiteres offen bleibt[2]). Es spricht indessen der Umstand, dass die Milben in den *allermeisten* Fällen in *normalen* Domatien vorkommen, für einen Zusammenhang zwischen beiden; dies ist aber kein genügender Beweis, wenn man Hinsicht nimmt auf die Fähigkeit der Thierchen zum Initiativ und auf ihre Gewohnheit an geeigneten Stellen Schutz zu suchen. Man ist natürlicherweise nicht berechtigt jeden Nervenwinkel, wo eine Milbe sitzt, für eine »Anpassung an Thierchen» anzusehen, ebenso wenig als jeder Winkel im Walde, wo ein Hase sich versteckt, eine Anpassung des Waldes an Hasen wäre. Da es *aber* sich deutlich gezeigt hat (bei *Psychotria*, *Tilia*, *Laurus* u. a.), dass die Do-

---

1) Die Thatsache dass Domatien in Form von Grübchen mit Haaren (wie bei *Rudgea lanceolata*) oder ohne Haare (wie bei mehreren *Marcgraviaceen*) auch an anderen Stellen als in den Nervenwinkeln vorkommen, beweist dass sie keine besondere Bedeutung für die Nervenwinkel haben. Wo Haarschöpfe in den Nervenwinkeln schon während des Knospenstadiums vollkommen ausgebildet sind, ist es gewiss anzunehmen dass sie schon dann auch fungiren und eine andere Bedeutung haben. In allen mir bekannten Fällen erreichen indessen die Domatien ihre volle Ausbildung erst am völlig entwickelten Blatte.

2) Von den Domatien als etwaigen Absonderungsorganen werde ich unten sprechen.

matien erst nach Einzug der Thierchen ihre volle Entwickelung erreichen, an Grösse zunehmen und keinerlei beschädigt werden, und dass sie, wie ich bei *Psychotria* (siehe oben p. 15) und *Laurus nobilis* (siehe pag. 46) gefunden, wenn die Thierchen während etwas längerer Zeit von der Pflanze abgesperrt werden, gleichwie viele andere Pflanzenbildungen, die nicht Gelegenheit haben zu fungiren, reducirt werden, ja endlich schwinden,[1]) bin ich meiner Ansicht nach vollkommen berechtigt den Schluss zu ziehen, dass *jene Bildungen*, wenngleich der einen oder anderen von ihnen irgend eine andere Aufgabe *daneben* zukommt, *ihre hauptsächliche Bedeutung für die Pflanze dadurch haben, dass sie Wohnungen (Domatien) für Thierchen sind.*

Es bleibt dann übrig zu sehen, *welche* Bedeutung für die Pflanze die Domatien und Milben haben können. Diese Frage wird natürlich in nahem Zusammenhange mit der Frage: was machen die Thierchen? beantwortet. Und die Antwort auf die letztere Frage ist, soviel ich durch anhaltende Untersuchungen habe finden können, nur die dass 1) sie fressen, 2) — als eine Folge des Fressens — sie lassen Excremente und 3) sie respiriren oder athmen (scheiden Kohlensäuren ab).

Die Nahrung der Thierchen kann bestehen theils aus Stoffen, welche von der Pflanze losgetrennt oder abgesondert werden, theils aus solchen, die von aussen her der Pflanze zugeführt worden und auf deren Oberfläche haften geblieben sind. Was erstens feste oder flüssige Stoffe betrifft, die von der Pflanze ausgesondert werden, ist DARWIN der Meinung, dass diese Stoffe solche Bestandtheile enthalten können, welche der Pflanze schädlich sind und entfernt werden müssen, und die vorzüglichsten Pflanzenphysiologen unserer Zeit meinen auch, dass überall, wo lebhafte Stoffwechselprozesse sich vollziehen, da entstehen auch werthlose Endproducte. Obgleich mir kein einziges, vollkommen stichhaltiges Beispiel bekannt ist, dass die Pflanzen feste oder flüssige Excremente hätten, wenn damit abgeführte, indigestible Nahrung oder für die Pflanze ganz nutzlose Endproducte des Stoffwechsels zu verstehen sind, und obgleich ich nicht finden kann, dass unsere gegenwärtige Kenntniss vom

---

1) Ein anderes, sehr beleuchtendes Beispiel, worauf Prof. TH. FRIES gütigst meine Aufmerksamkeit gelenkt hat, wird von *Nepenthes destillatoria* geliefert. An den Exemplaren dieser Pflanze, welche während längerer Zeit im Upsalaer botanischen Garten cultivirt worden, haben die Kannenbildungen an den Blättern allmählich abgenommen, so dass endlich jede Spur von Kannen an den neugebildeten Blättern ermangelte. Ich habe erzählen hören, dass dies gar nicht ungewöhnlich ist. Vergleich übrigens Utricularia, oben p. 16.

Stoffwechsel bei den Pflanzen einen hinreichenden Grund ergiebt für eine solche Annahme, will ich doch, auf die Auctorität jener Forscher gestützt, als *möglich* annehmen, dass mehrere Domatien Pflanzenexcremente enthalten können, welche verzehrt werden von den Milben, die folglich als *Reiniger* Bedeutung für die Pflanze hätten.

Wichtiger wird dagegen jenes Fressen der Milben mit Rücksicht auf die Menge von kleinen Organismen, die der Pflanze durch die Luft zugeführt werden und an deren Oberfläche — vorzugsweise den Blättern — haften bleiben. Hieher gehören die Sporen (und Mycelien) der zahlreichen Parasitpilze, die den Blättern so schädlich sein können und öfters den Tod der ganzen Pflanze verursachen. Ich habe verschiedene Milbenexcremente unter starken Vergrösserungen untersucht, und zweimal darin äusserst kleine, zerkaute Stückchen von Wänden der Pilzzellen beobachten können, was dadurch ermöglicht wurde, dass ein Theil dieser Zellwände dunkelfarbig waren (wahrscheinlich gehörten sie irgend einer Art von *Fumago*). Bisweilen werden in solchen Excrementen auch kleine, mehr oder weniger zusammenhangende Ringe angetroffen, die (wie oben erwähnt p. 22) aller Wahrscheinlichkeit nach von zerkauten Mycelien-Fäden herstammen. In mehreren, vielleicht den meisten, Fällen enthalten die Excremente keine unverdauten, völlig bestimmbaren Theile [1]).

Kleine Pilzsporen, vielleicht auch Bacterien, bleiben gleichwie Pollenkörner an den wachsartigen oder klebrigen Stoffen haften, welche sich oft auf der Cuticula der Pflanzentheile finden, und häufen sich besonders in den eingesenkten Nerven und um die Domatien her, gleichwie der Schnee vom Winde in Gräbern und Grüften zusammengehäuft wird oder an Reishaufen sich ansammelt.

Sie werden hier von den Milben aufgesucht, und ich habe mehrmals bei *Tilia* Gelegenheit gehabt (siehe oben p. 9) zu sehen wie die Thierchen den Nerven entlang laufen, deutlich etwas suchen, und hie und da eine kurze Weile stehen bleiben um mit ihren Mundwerkzeugen aufzulesen und zusammenzuscharren was sie angetroffen. Die Thatsache, dass Domatien nur auf der unteren Seite der Blätter und nicht auf der

---

1) Dass gewisse Insecten und andere Arthopoden Pilzsporen fressen können, ist sehr leicht zu beobachten. TRELEASE hat gefunden dass Larven von Cecidomyia-Arten von den Sporen derjenigen Pilze leben, an welchen sie vorkommen, und nimmt an, dass diese Thierchen dadurch einen nützlichen Schutz dargeben gegen die weitere Ausbreitung von Parasitpilzen z. B. bei *Aster* und *Solidago*. Trelease, A. W., Notes on the relations of two cecidomyians to fungi. Psyche. Vol. IV. Cambridge 1884. (Ref. Just. Bot. Jahrb.).

oberen angetroffen worden, findet vielleicht eine Erklärung darin, dass die Domatien selbst auf der Unterseite besser geschützt sind und mehr geeignet lichtscheuen Thierchen als Wohnungen zu dienen. Wie früher (p. 9) erwähnt worden, dehnen die Milben ihre Streifzüge des Nachts auch auf die Oberseite des Blattes aus.

Dass mehrere Acariden, welche in Domatien wohnen, wirklich mit Mundtheilen von solcher Form und solchem Bau versehen sind, dass sie geeignet sind eine aus Pilzsporen und Mycelien bestehende Nahrung aufzunehmen, nicht aber um die eigenen Säfte der Pflanze aufzusaugen, geht deutlich aus Dr. Carl Aurivillii Untersuchungen hervor. Er hat dieselben dargelegt in einem Aufsatze, der in Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. nächst hinter der vorliegenden Abhandlung folgt, unter dem Titel »*Beobachtungen über Acariden auf den Blättern verschiedener Bäume*». Die Abbildungen der Mundtheile von drei auf Lindenblättern gewöhnlichen Arten finden sich Taf. I, Fig. 3—6. Ich verweise auf den genannten Aufsatz und will hier nur darauf hinzeigen, dass ich mehrmals Pilzsporen zwischen den Mundtheilen auf Lindenblättern lebender Acariden angetroffen habe.

Es ist ja eine ganz gewöhnliche Sache, dass die Pflanzen sich auf mancherlei Weise gegen ihre Feinde oder ungünstige äussere Verhältnisse schützen; man braucht ja nur an Dornbildungen zu denken als Schutz gegen grössere Thiere, an gewisse Haare und klebrige Oberflächen als Schutz gegen hinaufkriechende schädliche Thierchen, ausser vielen anderen Schutzmitteln, deren Aufgabe unbestreitbar ist. Es scheint mir auch sehr natürlich, dass ein Schutz gegen den schädlichen Einfluss der überall gegenwärtigen Parasitpilze ein ebenso grosses Bedürfniss sei, wie mehrere andere Einrichtungen zum Schutze. Meiner Ansicht nach kann ein solcher Schutz den Pflanzen eben so gut durch Thierchen, welche die Pilzsporen weglesen, bereitet werden, wie durch eine dichte Bekleidung von Filzwolle, welche die Sporen hindert zur Epidermis zu gelangen, und vielleicht auch durch verschiedene klebrige Aussonderungen; denn wenn secernirende Haare können Thierchen festhalten und unschädlich machen, so ist die Annahme, dass Pilzsporen auf dieselbe Weise verhindert werden die Pflanze zu beschädigen, nicht ungereimt.

Die Wahrscheinlichkeit davon, dass die Pflanzen sich wirklich auf *eine* oder *die andere* von diesen beiden Weisen gegen schädliche Parasitpilze schützen können, wird in hohem Grade bestärkt durch eine comparative biologische Untersuchung von verschiedenen Arten innerhalb einer Menge von Gattungen, wo bei gewissen Arten Domatien vorkommen, bei anderen hingegen mangeln. Aus diesem besonders interes-

santen Gebiete habe ich vorher mehrere Beispiele angeführt, und erinnere hier nur an das Verhältniss bei *Tilia* (siehe oben p. 47), mehreren *Rubiaceen* (siehe p. 28—35), *Quercus* (p. 51 u. 52) u. a., wo bei den filzblättrigen Arten Domatien immer mangeln, während die kahlblättrigen Arten dergleichen Bildungen besitzen, diese mögen übrigens die Form von Haarschöpfen oder Einfaltungen, Grübchen u. dergl. haben; ferner daran, dass, wenn ein Typus von Domatien sich vorfindet, die anderen mangeln, obgleich diese sonst bei der betreffenden Gattung sehr gewöhnlich sind (z. B. *Quercus* pag. 51 und 52), und endlich daran, dass, wie bei *Schinus* (siehe p. 25) und *Ilex* (siehe p. 23), ganze Blatttheile, welche bei einer kahlblättrigen Art die Domatien tragen, bei einer anderen, deren Blätter filzig sind, gänzlich schwinden oder rudimentär werden.

Es könnte hier die Bemerkung gemacht werden, dass Milben an dergleichen filzigen Blättern ganz einfach aus dem Grunde mangeln, weil es ihnen da nicht gefällt und sie da nicht durchkommen können. Wenngleich aber dies in gewissen Fällen gelten mag, gilt es doch nicht in allen, denn die Milben können sich ganz ungenirt sogar an dichtbehaarten Stellen bewegen, und mangeln gar nicht an allen behaarten Blättern; was aber da mangelt, das sind eben besondere Wohnungen (Domatien) für sie. Auf experimentellem Wege zu beweisen, dass die Milben die Pflanze wirklich gegen Parasitpilze schützen, ist mir trotz wiederholter Versuche nicht gelungen, und ich halte es für beinahe unmöglich auf diesem Wege ein sicheres Ergebniss zu erreichen. Denn wenn die Milben auf eine geeignete Weise von der Pflanze entfernt werden, ist es ja darum nicht nothwendig, dass diese den Parasitpilzen zum Opfer falle; ebenso wenig als eine Distel, deren Stacheln abgeschnitten, nothwendigerweise aufgefressen werden muss um zu beweisen, dass die Stacheln ein Schutzmittel gegen grasfressende Thiere sind, was doch ganz offenbar ist.

Es ist indessen möglich, dass die Milben auch auf andere Weise der Pflanze zum Schutz dienen können, z. B. gegen andere, schädliche Thierchen, ebenso wie bei verschiedenen Pflanzen gewisse Ameisen gegen *andere* blätterbeissende Ameisen schützen. Über diesen Gegenstand habe ich indessen keine directen Beobachtungen gemacht; jedoch will ich darauf hinzeigen, dass ich selten *Phytoptus*-Arten mit Domatien-Milben zusammenwohnend gefunden.

Endlich mögen die Milben wahrscheinlich bei der Mehrzahl der domatienführenden Pflanzen diesen nützlich sein durch die Stickstoffe,

welche sie in ihren Excrementen liefern. Diese Excremente enthalten am wahrscheinlichsten, gleichwie diejenigen der benachbarten Thiergruppen, Harnsäure, harngesäuertes Ammoniak, Harnstoff und Hippursäure [1]. Ob nun alle diese Stoffe oder einige unter ihnen von der Pflanze aufgenommen und, wenn aufgenommen, benutzt werden können, scheint mir hier von untergeordneter Bedeutung zu sein. Denn sobald sie ausser dem Thierkörper gelangt sind, werden sie sogleich den gährungserzeugenden Bacterien der Luft zur Beute, welche die Hauptmasse des Stickstoffes in diesen Stoffen in Ammoniak umsetzen. Wenn die Veränderung in Berührung mit Flüssigkeiten geschieht, die fixe Alcalien enthalten, geht sie noch einen Schritt weiter, und der Salpeter — jene der Pflanze am besten geignete stickstoffhaltige Nahrung — ist fertig da.

Bemerkenswerth ist die Veränderung, welcher die Excremente der Acariden unterliegen, nachdem sie aus dem Thierkörper ausgeleert worden. Anfangs haben sie, nach meinen Beobachtungen, die Form von kleinen gerundeten oder ellipsoidischen Körpern, die entweder dunkel, fast schwarz, sind, oder auch hell, beinahe farblos. Ihrer Consistenz nach sind diese kleinen Bälle dann ziemlich fest und lösen sich nicht so leicht in Wasser. Sie sind von einem dickfliessenden, durchsichtigen, farblosen Stoffe umgeben, der an Menge zuzunehmen scheint, je länger die Excremente auf dem *lebenden* Pflanzentheile liegen, so dass es fraglich ist, ob nicht ein Theil davon aus den unterliegenden Pflanzenzellen aufgenommen worden. Indessen verändern sich die kleinen Bälle allmählich: sie werden *alle* farblos und lösen sich nach und nach gänzlich auf, so dass von der ganzen Ansammlung von Excrementen am Ende nur ein einziges, zusammenhangendes, gummi- oder zuckerähnliches, mehr oder minder zusammengetrocknetes Häutchen da bleibt. Dies Häutchen scheint in gewissen Domatien sich ganz und gar zu verschmelzen mit der transformirten Epidermis (siehe oben bei Psychotria daphnoides, Coprosma Baueriana, Coffea arabica u. a.) und dem Secrete, das möglicherweise von derselben ausgesondert wird. Es ist nicht unmöglich, dass jene Färbung an gewissen Stellen, die, wie oben erörtert, in den Domatien der ebengenannten Pflanzen bei Behandlung mit Chlorzinkjod hervortritt, oft von dergleichen aufgelösten Excrementhaufen verursacht wird. In Zusammenhang hiemit will ich auch daran erinnern, dass viele Domatien, trotzdem sie während längerer Zeit von einer grösseren Anzahl von Aca-

1) Nach Fehling, Neues Handwörterbuch der Chemie und Heiden, Handbuch der Düngenlehre.

riden bewohnt sind, dennoch nicht mit Excrementen überfüllt werden; diese müssen folglich absorbirt worden oder auf irgend eine andere Weise verschwunden sein.

Können die bekannten Blasen der Utricularia todte faulende Thierchen sich zu Nutze machen, scheint mir nichts im Wege zu stehen, warum die Endproducte bei der Zertheilung der Excremente nicht würden von den Domatien aufgenommen werden können. Ich habe oben mehrmals (p. 6, 15) bemerkt, dass der Inhalt der Zellen, nächst unter den Excrementhaufen die flüssig werden, oft eine andere Färbung annimmt als die übrigen Zellen der Domatien. Hierauf gestützt und besonders wegen des anatomischen Baues der Domatien (der Epithelbildung und ähnlicher Epidermismodificationen) und mit Hinsicht auf die ausgeprägte Haushaltung der Pflanzen betreffs des Stickstoffes und ihre verschiedenen Weisen sich denselben zu Nutze zu machen (insectfressende Pflanzen), halte ich es für im höchsten Grade *wahrscheinlich*, dass viele Domatien in dieser Beziehung für die Pflanze bedeutsam sein können.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Acariden auch in einer anderen Hinsicht von Bedeutung für die Pflanze sein können. Jenes Zuströmen der Säfte, das ohne Zweifel von den Acariden gleichwie von mehreren Cecidozoen verursacht wird, entweder durch chemischen oder mechanischen Reiz, mag ja für die Nahrungszufuhr (Localisirung des Nahrungsstromes) des betreffenden Pflanzentheiles von Bedeutung sein. Es wird eine solche Annahme dadurch gestützt, dass diejenigen Blätter, welche die meisten bewohnten Domatien führen, fast immer die grössten und üppigsten sind. Indessen scheint die Zuströmmung von Nahrung nach den Acarodomatien selbst viel schwächer zu sein als nach den Phytoptocecidien und Myrmicodomatien.

Auch ist es sehr wahrscheinlich, dass die Pflanze im Stande ist sich die Kohlensäure, welche von den Acariden ausgeathmet wird, zu Nutze zu machen; in diesem Zusammenhange will ich nur daran erinnern, dass diejenigen Theile, welche die Domatien nächst umgeben, gewöhnlich am längsten grün bleiben.

Durch die Bildung von Domatien, in welchen ja keine *nachtheilige* Einwirkung durch die Acariden bemerkt werden kann, hat die Pflanze sich wenigstens einen Schutz bereitet gegen schädlichen Einfluss seitens *dieser* Acariden, die *möglicherweise*, falls jene Einrichtungen nicht da wären, die Entstehung von Cecidien da oder anderorts würden verursachen können.

Bei verschiedenen der obengenannten acarophilen Pflanzen hat das Vorkommen der Domatien freilich einem gewissen Grade der Zufälligkeit

unterworfen geschienen. Dies beweist aber *nicht*, dass sie ohne Bedeutung für die Pflanze sind, ebenso wenig wie vielen Epidermisbildungen (Dornen, Haaren, Drüsen u. s. w.) jede Bedeutung für die Pflanze darum abgeht, weil deren Auftreten bei derselben Art bisweilen weniger constant ist.

Besonders interessant ist ein Vergleich zwischen den oben (S. 53) aufgestellten Hauptformen der Acarodomatien und den gewöhnlichsten Formen der Milbengallen [1]) (Acarocecidien, insbesondere Phytoptocecidien), sowohl hinsichtlich der äusseren Formen dieser Bildungen, wie in Bezug auf ihre Abstammung und den Ort ihrer Entstehung. Es scheint mir nämlich ganz handgreiflich, dass zwischen beiden eine grosse Übereinstimmung sich vorfindet, wiewohl die Domatien normale und die Cecidien pathologische Bildungen sind [2]). Ja, es dürfte in der That zuweilen schwierig sein, die Grenze zwischen beiden zu ziehen und zu entscheiden, ob eine hiehergehörende Bildung seiner Natur nach den Domatien näher steht als den Cecidien. Jene Übereinstimmung, auf welche ich hier hinziele, findet sich deutlich zwischen folgenden

Domatien	und	Cecidien:
Haarschöpfchen	und	*Abnorme Haarbildungen* (*Erineum*-Bildungen) siehe Frank, pag. 533.
Zurückbiegungen oder *Einfaltungen*	und	*Krümmungen*, *Rollen* und *Falten* siehe Frank pag. 536.
Beutel, *Grübchen* und *Täschchen*	und	*Blasige Auftreibungen (Bullositäten)*, *Beutelgallen* oder *Täschchengallen* siehe Frank pag. 541.

---

1) Siehe Frank, Die Pflanzenkrankheiten in Schenk Handbuch der Botanik Bd. I, pag. 533 ff.

2) Der hauptsächliche Unterschied zwischen den Acarodomatien und den Phytoptocecidien auf dem Lindenblatte besteht darin, dass bei den letzteren die celluläre Structur der Innenseite der Epidermis gänzlich zerstört ist, mit gefalteten, zusammengeschrumpften und zerkauten Wänden, während dagegen die innere Epidermis der Domatien unversehrt und von lebenden Zellen gebildet ist. Die Wände der Zellschichten, welche unter der Epidermis der Cecidien liegen, sind nicht so verdickt, wie bei den Domatien; auch schwindet bei den Cecidien die Palissadenschicht, das Chlorophyll wird zerstört, es entsteht eine Deformation, und daneben tritt endlich jene Bildung von Gerbsäure ein, welche diesen Theilen eigenthümlich ist.

Die obengenannten Cecidien können nämlich alle durch Acariden hervorgerufen sein. Mehrere unter denselben nehmen oft einen bestimmten Platz ein, nämlich in den Nervenwinkeln, »Nervenwinkelgallen»[1]), woselbst eben die meisten Domatien, wie wir gesehen haben, sich finden. Von der Bildungsweise der letztgenannten Cecidien sagt FRANK l. c. pag. 541: »Wenn irgend ein Punkt auf der anfänglich normalen Blattfläche durch eine saugende Gallmilbe oder Pflanzenlaus derart inficirt wird, dass daselbst ein abnorm gesteigertes Wachsthum in der Richtung der Blattfläche anhebt, so muss die stärker als ihre Umgebung sich ausdehnende Blattstelle sich ausstülpen und über die Blattfläche in irgend einer Form sich erheben. . . . Das Wachsthum findet stets in der Weise statt dass die von dem Parasiten berührte Seite sich relativ weniger als die gegenüberliegende Seite ausdehnt, so dass sie in die Cavität zu liegen kommt und der Schmarotzer eingeschlossen wird. Die Form, die eine solche Galle einnimmt, ist eine sehr verschiedene und richtet sich nach der Grösse der diese Hypertrophie erleidenden Blattstelle und nach der Art und Intensität des Wachsthumes». In ziemlich ähnlicher Weise entstehen die entsprechenden Domatien — jedoch am öftesten (?) ohne vorhergehenden Anstoss durch Acariden — und ich habe oben hervorgehoben, dass bei *Psychotria* und *Laurus* die Domatien eben nur durch den Einzug der Thierchen ihre normale Form und Ausbildung bekommen.

Es scheinen folglich Gründe nicht zu mangeln, um betreffs der Abstammung der Domatien die Hypothese aufzustellen, sie seien ursprünglich durch Thierchen verursacht, später aber durch Erblichkeit inhärent geworden.

Ich brauche nicht ausführlicher hervorzuheben, dass die Einwirkung der Thierchen und die Erblichkeit dennoch nicht so ausschliesslich die Ursachen jener Bildungen sind, dass man ganz hinwegsehen darf von der eigenen Erzeugungskraft der Pflanze oder deren Fähigkeit gegen jene Einwirkung dergestalt zu reagiren, dass sie unter den vorhandenen Umständen den Lebensfunctionen förderlich oder wenigstens unschädlich wird d. h. von der Anpassungsfähigkeit der Pflanze.

Ähnliche Erscheinungen, dass nämlich Bildungen, hervorgerufen durch die Einwirkung von Thierchen, der Pflanze nützlich werden, oder, mit anderen Worten gesagt, dass die Pflanze im Kampf ums Dasein die Fähigkeit besitzt sich dem Einflusse von Thierchen derart zu accom-

1) Siehe SORAUER, l. c. pag. 813.

modiren, dass diese auf die eine oder andere Weise den Lebensfunctionen der Pflanze förderlich werden, können auch in Bezug auf andere Thiergruppen als Acariden aufgewiesen werden. Ich will hier nur an die »Gallerien» der myrmicophilen Pflanzen (Myrmicodomatien) erinnern. Wenn auch, wie von Treub und mehreren anderen Auctoren angenommen wird, »die Neubildungen der Gallerien selbständig ohne Mithilfe der Ameisen vor sich gehen», so hat doch Beccari in seiner besonders interessanten Arbeit *Piante ospitatrici, ossia piante formicarie della Malesia e della Papuasia*[1]) erwiesen, dass die Ameisen einen bestimmten Einfluss haben auf die endliche Gestaltung und Structur eines erwachsenen Myrmicoda-Knollen. Betreffs der Bedeutung dieser Myrmicodomatien für die Pflanze, nimmt Beccari an, dass sie eine absorbirende Function haben und glaubt dass der ziemlich reiche Detritus, die Excremente, Puppenhüllen etc. der Ameisen von der Wohnpflanze utilisirt werden. — »Die wichtigste Funktion der Ameisen würde — nach Treub — sein, den wasserspeichernden Knollen durch ihre Anwesenheit, und durch die beständige Reizung, zu üppigerem Wachstum zu zwingen; der wirksame Schutz gegen Feinde aller Art ist ein zweiter Vortheil, der jenen Rubiaceen von seiten der sie bewohnenden Ameisen zu theil wird — und dazu würde sich endlich, wie ebengesagt, auch die Nahrungszufuhr mittels der im tierischen Detritus saugenden Pseudo-Lenticellen gesellen»[2]).

Franz Krašan liefert in seinen *Beiträgen zur Entwickelungsgeschichte der mitteleuropäischen Eichenformen*[3]) ein anderes Beispiel davon, dass Thierchen bei einer Pflanze Bildungen hervorrufen können, welche den bei anderen Pflanzen als normale vorkommenden ähnlich sind. Er zeigt nämlich »mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit», dass

---

1) Diese Arbeit ist mir nur durch O. Penzigs vortreffliches Referat in Englers Jahrbücher, Band VII, Heft. 3, bekannt. Es erschien im März 1886, und ich habe es leider nicht anwenden können bei meinen Untersuchungen, welche dann fast gänzlich vollendet waren. Ich kann deshalb und wegen Mangels an passendem Materiale nicht sagen, ob die an der Basis der Blattstiele von *Cecropia adenopus* befindlichen Anschwellungen Domatien sind, und ob die von Beccari auch erwähnten Cecidien von *Cinnamomum Camphora* identische Bildungen sind mit den von mir bei derselben Pflanze (*Camphora officinalis*, siehe oben S. 48) beschriebenen Domatien. Wie ich vorher mehrmals bemerkt habe, liefern die von mir untersuchten Domatien keine Stütze der Annahme dass jene Bildungen Einrichtungen wären um die Thierchen selbst zu fangen und zu verzehren. Es ist ja aber gar nicht unmöglich, dass gewisse Domatien auch eine digestive Fähigheit besitzen.

2) Penzig, l. c. pag. 71.

3) Englers Jahrbücher Band VII, Heft. 1, pag. 62.

die Vergrösserung und Verdickung der Cupula, nebst verschiedenen anderen Veränderungen, von Verletzungen herrühren, welche ringsherum an der Cupula stechende und saugende Blattläuse der Frucht beigebracht haben.

In Zusammenhang mit dieser Frage will ich endlich, ohne mich des weiteren auf den Gegenstand einzulassen, daran erinnern, das Nägeli in seiner wohlbekannten Arbeit, *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, die Hypothese aufstellt, dass sowohl Kronblätter[1]) wie Nectarien[2]) auf eine ähnliche Weise zu Stande gekommen.

Zuletzt liefere ich hier eine allgemeine Übersicht *der symbiotischen Bildungen bei den Pflanzen*, um zu derselben Zeit die Stellung der Domatien unter denselben anzugeben. Unter dem Namen von symbiotischen Bildungen fasse ich alle solche Bildungen zusammen, welche von anderen lebendigen Organismen verursacht oder für sie angelegt werden, und in welchen diese Organismen einen wesentlichen Theil ihrer Entwickelung durchmachen. Je nachdem die Symbiose eine mutualistische oder antagonistische ist, werden diese Bildungen zu Cecidien (Thomas) oder Domatien (mihi).

Cecidien werden alle durch einen abnormen Wachsthumsprozess entstehende Neubildungen genannt. Werden sie durch Thiere verursacht, so werden sie Zoocecidien benannt; werden sie durch Pflanzen verursacht, so können sie als Phytocecidien bezeichnet werden. Unter den letzteren kann man sowohl Mycocecidien (z. B. die durch *Synchytrium*

1) »Wenn ein einmal wirkender Reiz eine Wucherung des Zellgewebes erzeugt, wie wir sie bei der Gallenbildung durch Gallwespenstich, bei den haarförmigen Bildungen aus den Epidermiszellen an verschiedenen Blättern durch eine Colonie winziger Milben kennen, so muss auch ein durch zahllose Generationen fortdauernder schwacher Reiz die Umwandlung einer kleinen Schuppe in ein grosses Kronblatt zu stande bringen können» (pag. 149).

2) »Es scheint mir nun sehr plausibel und ganz in Uebereinstimmung mit den bekannten ontogenetischen Reaktionen auf ähnliche Verwundungen, wenn wir annehmen, dass der mit dem genannten Angriff verbundene und durch eine lange Generationsreihe sich stets wiederholende Reiz schliesslich zu der phylogenetischen Bildung eines besonderen Drüsenorgans geführt habe» (pag. 151).

hervorgerufenen) als auch Phycocecidien (z. B. die *Cephalodien*[1]) der Flechten) unterscheiden.

Domatien dagegen sind (siehe oben S. 3) alle solche Umbildungen eines Pflanzentheils, die mit einer mutualistischen Symbiose in directer Verbindung stehen. Sie werden von Symbionten bewohnt, welche sowohl dem Thierreiche wie dem Pflanzenreiche angehören können. Sie sind also entweder Zoodomatien oder Phytodomatien. Beispiele von den erstgenannten sind die Myrmicodomatien und die in dieser Arbeit behandelten Acarodomatien. Als ein Beispiel von Phytodomatien betrachte ich die Wurzelknollen der Leguminosen (Mycodomatien) und ich werde bei einer anderen Gelegenheit die Gründe dieser Annahme anführen; ein zweites Beispiel wird von den Höhlungen in den Azollablättern geliefert (Phycodomatien).

Dem Vorstehenden gemäss stelle ich also folgendes Schema für die betreffenden Bildungen auf.

- Symbiotische Bildungen bei den Pflanzen . . . .
  - Cecidien (antagonistische Symbiose) . . . .
    - Zoocecidien durch Thiere verursacht
    - Phytocecidien durch Pflanzen verursacht . . . .
      - Mycocecidien
      - Phycocecidien
  - Domatien (mutualistische Symbiose) . . . .
    - Zoodomatien von Thieren bewohnt
    - Phytodomatien von Pflanzen bewohnt
      - Mycodomatien
      - Phycodomatien

---

1) Betreffs der Natur dieser Bildungen und deren Bedeutung für die Flechte selbst, stimme ich nämlich nicht ganz mit den Ansichten überein, welche Forsell ausgesprochen hat in seiner Abhandlung: Studier öfver Cephalodierna. Bidrag till kännedomen om lafvarnes anatomi och utvecklingshistoria. Aus der in dieser Arbeit gelieferten Beschreibung von der Entstehung und Entwickelung der betreffenden Bildungen, sowie aus den Zeichnungen, womit er den Gegenstand illustrirt hat, scheint es mir ganz handgreiflich hervorzugehen, dass die Cephalodien in den allermeisten Fällen die normalen Gonidien verdrängen und den Thallus der Flechte selbst deformiren, und dass folglich die Symbiose zwischen der letztgenannten und der ganzen Cephalodienbildung antagonistisch ist. Dies hindert jedoch nicht, dass innerhalb des Cephalodiums selbst die Symbiose zwischen den Hyphen und den Gonidien mutualistisch sei.

Von symbiotischen Bildungen in eigentlichem Sinne schliesse ich die entomophile Blume, Früchte mit saftvoller Wand oder hakenförmigen Verbreitungsmitteln und dergleichen »Anpassungen an Thiere» aus. Freilich findet sich auch hier ein Zusammenhang zwischen den betreffenden Organismen, dieser aber nimmt ja nicht die Form eines eigentlichen Zusammenlebens (Symbiose) an, während dessen dieselben einen wesentlichen Theil ihrer Entwickelung durchmachen. Indessen sollten wahrscheinlich verschiedene Blüthenstände *(Ficus)* den Domatien zugezählt werden. Es dürfte gewiss Fälle geben, wo es schwer hält mit Bestimmtheit anzugeben, ob eine Anpassung zu den symbiotischen Bildungen gezählt werden soll; damit aber diese Bildungen nicht allzu heterogene Dinge umfassen mögen, hat mir die oben gemachte Begränzung nothwendig erschienen.

Was die Zoodomatien insbesondere betrifft, kann man von ihnen im Allgemeinen sagen, dass sie eine Äusserung sind von der Fähigkeit der Pflanze sich der Einwirkung der Thierchen derart zu accommodiren, dass sie sich die Gewohnheit derselben, sich zu bewegen, zu fressen, Excremente zu lassen, und für sich selbst und ihre Brut Schutz zu suchen, zu Nutze macht; während die oben genannten Blumen und Früchte Anpassungen sind, die mit dem letzten dieser vier Factoren nicht in Zusammenhang stehen.

2.

UEBER VERKLEIDETE FRÜCHTE UND EINIGE MYRMECOPHILE PFLANZEN.

Gewisse Pflanzen können bekanntlich mehrere verschiedene Fruchtformen haben. Dieses von Sir JOHN LUBBOCK Heterocarpie genannte Verhältniss tritt besonders bei einer Anzahl von Gattungen aus der Familie der Compositae hervor. Ich will hier einige Untersuchungen der polymorphen Früchte von verschiedenen Arten der Gattungen *Calendula* und *Dimorphotheca* mittheilen, die in der Absicht unternommen worden, diese vielgestalteten Fruchtformen im Zusammenhange mit der Art ihrer Verbreitung zu erklären.

Die *Calendula*-Arten, die ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, sind im Botanischen Garten zu Upsala cultivirt worden, wo während der letzten Jahre eine sehr grosse Zahl von Formen vorgekommen ist.

Von den hierher gehörenden Fruchtformen, die oft alle bei derselben Art vorkommen können, unterscheide ich folgende Haupttypen;

1. Wind- oder anemophile Früchte (Fig. 9, a, b, Taf. IV), welche ein wenig gebogen sind und an ihren Seiten die äussere Fruchtwand zum Flugwerkzeug ausgebildet haben, so dass sie nachen- oder schalenförmig werden. Diese Früchte fallen bald ab, sind besonders leicht und können vom Winde weit umher geführt werden.

2. Haken-Früchte (Fig. 10, Taf. IV); diese entbehren der Flugwerkzeuge, aber statt derselben haben sie an der Rückseite zahlreiche, auswärts gerichtete Haken die an der Spitze gekrümmt sind und sich also an andere Gegenstände anheften können, so z. B. an die Haarbekleidung vorübergehender Thiere, mit welchen sie leicht in Berührung kommen können, sowohl dadurch, dass sie nicht abfallen, sondern peripherisch geordnet (Fig. 13, Taf. IV) an dem zuletzt aufrechten Frucht-

stande sitzen bleiben, als auch dadurch, dass die Haken auswärts gerichtet sind.

Zwischen den Typen 1 und 2 gibt es oft eine Menge Zwischenformen. Die Flügel sind dann am Rande entweder in spitze Haken tragende Lappen zertheilt, oder beinahe ganzrandig, in welchem Falle die Haken sich an der Rückseite der Frucht befinden (Fig. 11 Taf. IV). Bisweilen ist nur der Flügel der einen Seite entwickelt. Es scheint von dem zu Gebote stehenden Raume abzuhängen, ob das Flugwerkzeug an beiden Seiten ausgebildet wird. Diese Vereinigung der beiden Typen erfüllt sehr wohl die Aufgabe, die Verbreitung der Früchte auf die beiden angeführten Weisen zu ermöglichen.

3. Larvenähnliche Früchte (Fig. 12 a, b Taf. IV). Diese Früchte, die im Fruchtstand innerhalb der beiden oben genannten Fruchtformen sitzen (siehe Fig. 13, Taf. IV), sind stark gebogen und haben zwar keine Flügel und Haken, aber dafür ist ihre äussere Fruchtwand wellenförmig gefaltet, so dass sie zusammengerollten Mikrolepidopteren-Raupen sehr ähnlich sind. Sie fallen gewöhnlich früher als die anderen Früchte ab, und zeigen einen bemerkenswerthen anatomischen Bau. Die innere Fruchtwand, welche bei allen *Calendula*-Früchten sehr hart ist, hat bei dieser Fruchtform erhöhte längslaufende Rippen (siehe Fig. 14, b, Taf. IV, Frucht im Querschnitt), wogegen sie bei den übrigen mehr eben ist (Fig. 14, a Taf. IV); die äussere Wand besteht unter der Epidermis aus langgestreckten und senkrecht gegen die Aussenseite stehenden Zellen, zwischen welchen grosse luftführende Zwischenräume sich finden; sie ist weicher und nicht so trocken als dies bei den Windfrüchten, wenigstens gleich nach dem Abfallen der Früchte, der Fall ist. Die unter der Epidermis vorkommenden Lufträume geben der ganzen Frucht oft einen seidenartigen Glanz, der die Aehnlichkeit mit gewissen Schmetterlingsraupen noch erhöht. Bei dieser Fruchtform sind die Segmente der äusseren Fruchtwand kaum als rudimentäre Haken aufzufassen, denn sie sind nicht konisch, sondern bilden quer gehende Wülste, auch weicht die innere Fruchtwand durch die deutlicheren Erhöhungen ab. Es kann hier nicht auch die äussere Fruchtwand nur zum Schutze des Samens da sein, denn einen solchen Schutz gewährt bereits der innere härtere Theil, wie das ja auch bei den anderen Fruchtformen der Fall ist, während die Ausbildung des äusseren Theiles mit der Verbreitung zusammenhängt. Es könnte ferner auch vermuthet werden, da die Pflanze ja einjährig ist, dass diese Früchte nur darauf eingerichtet wären, zum Boden zu fallen, nicht aber darauf sich weiter zu verbreiten; aber hierzu scheint die »Segmentirung»

und die zusammengewickelte Form der Früchte nicht nöthig. Möglicherweise werden diese Früchte so verbreitet, dass sie aus dem Fruchtstande in derselben Weise ausgeworfen werden, wie die Samen aus einer Kapsel, aber auch dabei wird der Zweck der Raupenform nur sehr schwer erklärlich, obwohl übrigens der Fruchtstand eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Kapsel hat.

Dass hier ein Fall von Mimicry voliegt, der mit der Fruchtverbreitung zusammenhängt, geht meines Erachtens aus folgenden Umständen hervor. Erstens haben wir es hier mit einer bestimmten und vielleicht für die meisten *Calendula*-Arten eigenthümlichen Fruchtform zu thun; zweitens sind diese Früchte, wenn sie ausgebildet sind, gewissen Schmetterlingsraupen täuschend ähnlich, was für die Verbreitung der Früchte von Bedeutung sein kann, und drittens steht bei allen anderen *Calendula*-Früchten Form und Bau der äusseren Fruchtwand in Zusammenhang mit der Verbreitungsweise.

Bis man Gelegenheit gehabt hat, diese Pflanzen in ihrer Heimath zu studiren, kann man nicht mit voller Sicherheit entscheiden, wie diese Verbreitung eigentlich vor sich geht, aber mit aller Wahrscheinlichkeit wirken hier insectenfressende Vögel mit.[1]) Diese Annahme wird sehr gestützt durch den anatomischen Bau, besonders durch die erhöhten Rippen der inneren harten Fruchtwand, welche diesen Früchten eine grössere Widerstandskraft gegen die mechanischen Einwirkungen im Verdauungsapparate geben. Ich habe wahrgenommen, dass Bachstelzen sich gern in der Nähe dieser Pflanzen aufhalten, habe jedoch nie Gelegenheit gehabt, sie zu fangen und herauszufinden, was sie dorthin gelockt. Könnte man in den Verdauungsorganen oder Excrementen insektenfressender Vögel keimungsfähige Früchte nachweisen, so würde meine Annahme völlig bekräftigt werden. Aber auch für die Verbreitung der Früchte durch Insecten und besonders durch Ameisen, mag das raupenähnliche Aussehen der Frucht von Bedeutung sein. Ich hebe dies hier besonders hervor, sowohl wegen der bekannten Thatsache, dass

1) Nachdem das Obenstehende geschrieben war, bin ich durch JUST's Botanischen Jahresbericht aufmerksam geworden auf BATTANDIER's Aufsatz: Sur quelques cas d'hétéromorphisme in Bulletin de la société botanique, tome XXX. 4. p. 238—244, wo auch von den *Calendula*früchten die Rede ist. Obwohl B.'s Experimente mit Hühnern, Enten und zahmen Drosseln darzulegen scheinen, dass diese Vögel nicht von dem raupenähnlichen Aussehen der Früchte sich trügen lassen, glaube ich doch, dass ein Irrthum seitens der Vögel hier möglich sein muss, wegen der täuschenden Aehnlichkeit, dass aber dies für ganz andere Vögel gilt.

mehrere Ameisen Insectenraupen, welche diesen Früchten ähnlich sind, wegzuführen pflegen, als auch, weil ich direct wahrgenommen habe, wie im hiesigen botanischen Garten Ameisen sich mit diesen Früchten beschäftigt haben.

Der Unterschied zwischen den oben beschriebenen Formen der Früchte tritt am wenigsten deutlich bei *Calendula officinalis* hervor. Das kommt wahrscheinlich daher dass bei dieser Art die Verbreitung der Früchte während einer langwierigen Kultur ganz unabhängig von der Form der Fruchtwand stattgefunden hat, oder mit anderen Worten, dass die verschiedenen Factoren (Thiere und Winde) welche bei der natürlichen Züchtung für die Verbreitung der Früchte wirksam sind, sich bei der künstlichen nicht geltend machen. Da die Fruchtwand demnach bei den cultivirten Formen jeder Bedeutung für die Verbreitung entbehrt, wird dieselbe rudimentär oder reducirt und erreicht nicht jenen hohen Grad der Differenzirung, welcher die nicht cultivirten Arten charakterisirt.

Die Arten der Gattung Calendula nehmen meines Erachtens einen Platz unter den höchst stehenden Pflanzen ein, sowohl durch die Vielförmigkeit ihrer Früchte als durch das Verhältniss der Blüthen im Uebrigen.

Ein anderes interessantes Beispiel von Heterocarpie bieten einige Arten der vom Cap stammenden Gattung *Dimorphotheca* dar. — Es finden sich hier zwar nur zwei Fruchtformen, diese sind aber deutlich unterschieden, und besitzen keine Zwischenformen. Es finden sich hier: 1. Wind-Früchte (Fig. 16, Taf. IV), die platt sind, in Form und Grösse an die Theilfrüchte von Pastinaca erinnern, und stets in der Mitte des Fruchtstandes (Fig. 15, Taf. IV) sich finden. 2. Larvenähnliche Früchte (Fig. 17, a, b und Fig. 15 Taf. IV), welche am Rande des Fruchtstandes stehen und den Larven einer anderen Gruppe, nämlich denen der Käfer und besonders der Curculioniden, ähneln. Sie sind den Windfrüchten so unähnlich, dass man bei ihnen an reducirte oder rudimentäre Fruchtformen nicht denken kann. Besonders interessant ist ihr anatomischer Bau, der im höchsten Grade für die Verbreitung durch insectenfressende Thiere eingerichtet ist. Die innere Fruchtwand (Fig. 19 und 21, Taf. VI) ist nämlich von einer mächtigen Schicht von Steinzellen (Fig. 21 a) und Zellen mit porigen verdickten Wänden gebildet und 5—6 mal dicker als die entsprechende Wand der Windfrüchte (Vergl. Fig. 18 mit Fig. 19 und Fig. 20 mit Fig. 21, Taf. IV). Da der Same der Windfrucht schon einen hinreichenden Schutz durch die sehr dünne Fruchtwand (Fig. 18 a und 20 Taf. VI) erhält, so würde es ganz uner-

klärlich sein, warum die Samen in diesen Früchten eine 5—6 mal dickere Fruchtwand brauchen sollten, wenn es sich nur darum handelte, sie gegen den schädlichen Einfluss der Atmosphaerilien zu schützen.

Viele *Melampyrum*arten tragen an der Ober- und Unterseite der Laub- und Hochblätter kleine punktähnliche dunkelfarbige Nectarien, die eine Flüssigkeit ausscheiden, welche von den Ameisen aufgesucht und verzehrt wird. Diese Organe (metamorphosirte Trichome) sind näher beschrieben worden von Emerich Ráthay in einem Aufsatze: *Über nectarabsondernde Trichome einiger Melampyrumarten* (siehe Bot. Centralblatt 1880, Seite 45). Sie finden sich bei *M. pratense,* fehlen aber bei *M. sylvaticum.* Da diese beiden Arten besonders allgemein in ganz Schweden vorkommen, oft bei einander wachsen, und trotz grosser gegenseitiger Ähnlichkeit viele weniger auffallende Unähnlichkeiten aufweisen, habe ich dieselben während einer Reihe von Jahren an mehreren verschiedenen Orten näher studirt und dabei gefunden dass sie ein besonders passendes Material für comparative biologische Untersuchungen abgeben. (Über die Stellung und Haarbekleidung der Zweige und das Verhältniss derselben zum auffallenden Regen, siehe *Pflanzenbiol. Stud. I. Die Anpassungen der Pflanzen an Regen und Thau*, Seite 11 u. 12).

Im Sommer 1883 habe ich im nördlichsten Schweden Beobachtungen über die Befruchtung dieser beiden Arten gemacht. Ich fand da keine andere Besucher der Blüthe bei *M. pratense* als Hummeln, welche sich oben auf die Blüthe setzen (Fig. 1, Taf. IV) und dicht über dem Kelche die Blumenröhre auf die Seiten anbeissen. Diese Stelle, wo sie den Einbruch thun, ist deutlich die am meisten auffallende an der ganzen Blume. Denn die Krone ist hier rein weiss gefärbt, und dadurch dass der naheliegende Kelch dunkel ist, tritt diese Partie noch deutlicher hervor. So weit ich habe finden können, ist dies ein deutliches Saftmal. Der Eingang der Blüthe, der ziemlich eng ist, hat dagegen eine minder intensive Färbung und fällt bisweilen ins Grün. Die emporragenden zugespitzten Kelchblätter hindern die Hummel den Biss auf der Oberseite anzubringen, so dass der Griffel, welcher sonst würde abgebissen werden, geschützt wird. Ob eine Fremdbestäubung durch dergleichen Hummelbesuche bewirkt werden kann (z. B. mittelst der Unterseite des Abdo-

mens) ist schwer zu entscheiden; aller Wahrscheinlichkeit nach wird jedoch hiedurch eine Selbstbefruchtung gefördert, die auch sonst bei dieser Art nicht ungewöhnlich ist. Bei *M. sylvaticum* (Fig. 2, Taf. IV) dagegen, dessen Röhre kürzer und dessen Blüthe offener ist, so dass die Insekten können von vorn her eindringen, nehmen die beiden hinteren Lappen des Kelches eine solche Lage ein, dass sie die Seiten der Röhre schützen und einem Einbruche hindernd im Wege stehen. Die Blüthe hat hier ihre intensivste Färbung am Eingange.

Ganz anders beschaffen waren indess die Blüthen von *M. pratense*, welche ich im folgenden Jahre in südlicheren Gegenden, auf Gotland und in Ostergotland, untersuchte. Der Blütheneingang war hier mehr erweitert und deutlicherweise derjenige Theil der Blüthe, welcher wegen intensiver Färbung am meisten auffiel. Die Hummeln, welche diese Blüthen besuchten, drangen auch immer in gewöhnlicher Weise durch den Eingang hinein, und die Bestäubung fand hier ganz in der von Herm. Müller *Die Befruchtung der Blumen durch Insekten* pag. 297—299 beschriebenen Weise statt. Ich fand dieselbe Gestalt der Blüthe auch in Mittel-Schweden (in Helsingland) wieder; jedoch wurden daselbst *im vorgerückteren Sommer* auch solche Blüthen angetroffen, die den oben aus Nord-Schweden beschriebenen ähnlich waren.

Ich konnte indessen bei *M. pratense* nie beobachten, dass die Insekten, welche wegen der Bestäubung wirksam waren, der Honigabsonderung auf den Laubblättern irgend welche Aufmerksamkeit zuwendeten. Es schien zwar nicht unmöglich dass die Ameisen, welche die Pflanze besuchten, dieselbe vor schädlichen Insekten schützten, da aber die Absonderung des Honigs auf den Blättern vorzugsweise nahe bei den Früchten geschah und bis zur Fruchtreife fortgesetzt wurde, kam es mir als nicht unwahrscheinlich vor, dass die Ameisen auch in anderer Beziehung für die Pflanze von Bedeutung sein könnten, und dass Ráthay nicht ganz Unrecht hätte, als er sagte (l. c.): »Der Zweck, den die Schuppen für die Melampyren haben, lässt sich weder nach der Hypothese Belts und Delpinos über die extrafloralen Nectarien, noch nach der Hypothese Kerners über den gleichen Gegenstand erklären».

Es war mir indessen nicht möglich eine annehmbare Erklärung herauszufinden, bis es mir einmal gelang zur Zeit der Fruchtreife einen Umstand wahrzunehmen, der mir besonders eigenthümlich erschien. Ich sah nämlich, wie eine Ameise, welche von einem *M. pratense* herabstieg, aus einer offenen Frucht einen Samen mitbrachte. Ich wurde sogleich von der grossen Ähnlichkeit dieses Samens mit einem gewöhnlichen Amei-

senkokong frappirt. Indem ich dann unter Steinen und in der Erde an umherliegenden Plätzen suchte, gelang es mir mehrerorts bei Ameisenkokongs Samen zu finden, welche *nothwendigerweise* mussten heruntergetragen sein. Wenn ich einen Stein aufhob und unter die darunter liegenden Ameisenkokongs einige Samen von soeben geöffneten Früchten hinunterwarf, hatte ich oft Gelegenheit zu sehen, wie die Ameisen diese Samen zur selben Zeit wie ihre eigenen Kokongs »retteten». Mein Freund Dr G. ADLERZ, welcher die schwedischen Ameisen und ihre Lebensverhältnisse speciell studirt hat, hat später auch constatiren können, dass Samen von Melampyrum von einigen schwedischen Ameisen eingesammelt werden, und er hat ebenso wahrgenommen, dass jene Samen von den Ameisen gleichzeitig mit Larven und Puppen in Sicherheit gebracht wurden.

Ich nehme jetzt an, dass hier wirklich ein Fall von Mimicry vorliegt. Die Gründe dieser Annahme sind in der Kürze die folgenden: 1) Die Samen sind an Grösse, Gestalt, Farbe und Gewicht den Kokongs der Ameisen so ähnlich wie möglich; 2) auch der Consistenz nach gleichen die Samen den Kokongs dadurch dass die Samenschale, wenn die Frucht geöffnet wird, das Sameneiweiss und den Embryo in Form von einem dünnen, weichen Häutchen umschliesst; 3) diese Samenschale wird dagegen, sobald als der Same in die Erde angelangt ist, abgeworfen, und die Rolle derselben ist folglich auf die Zeit der Verbreitung der Früchte begränzt; nachher wird der Embryo von dem hornartigen Eiweiss geschützt; 4) es findet sich auch an diesen Samen bei der Chalaza eine sackförmige, dunkler gefärbte Bildung (Fig. 7, a Taf. IV), gleich dem Excrementsacke an dem Hintertheile des Kokongs. Auf diesen Umstand lege ich das grösste Gewicht. Denn jener Sack enthält eine eigenthümliche Flüssigkeit, die aller Wahrscheinlichkeit nach durch ihren Geruch die Ameisen heranlockt; denn sie scheinen immer ihre grösste Aufmerksamkeit diesem Theil des Samens zu widmen, ohne jedoch, so weit ich habe finden können, daran zu fressen oder denselben zu zerreissen[1]); 5) Die sackähnliche Bildung ist völlig entwickelt zur Zeit der Fruchtreife, vermodert aber oder fällt ab, sobald der Same in die Erde gekommen ist; sie dürfte demnach ihre Bedeutung haben eben für die Verbreitung oder Einackerung der Samen; 6) die Samen werden nach dieser Zeit von den Ameisen nicht weiter angerührt, denn nach meinen Beobachtungen kümmern sich die Ameisen nicht weiter um Samen, deren

1) Ich beabsichtige später die Entstehung und den anatomischen Bau dieser Bildung darzulegen, nachdem ich die Samen mehrerer Arten untersucht habe.

Schale und Chalaza abgefallen. Es ist ja auch für die Keimung am vortheilhaftesten, dass die Samen in Ruhe gelassen werden; 7) dass die derart herabgetragenen Samen wirklich *keimen* und dass die Keimpflanzen in den Wohnungen der Ameisen gut gedeihen, habe ich mehrmals beobachten können; 8) die starke Entwickelung des hypokotylen Stammtheiles scheint einer solchen Pflanze besonders angemessen zu sein, die unter Steinen u. dergl. keimen soll; 9) durch die Aussonderung von Honig an den Blättern hält *M. pratense* Ameisen in seiner Nähe und ermöglicht es sich dadurch den reifen Samen so bald wie möglich einen passenden Erdboden zu verschaffen; 10) wenn die Samen dieser Art eine den Ameisen geeignete Nahrung wären und von denselben zum Fressen eingesammelt würden, so wäre ja die Honigabsonderung an den Blättern, wodurch Ameisen in der Nähe der Pflanze aufgehalten werden, der Pflanze geradezu verderblich. Denn der Schutz, den die Ameisen möglicherweise der Pflanze gegen schädliche Insekten würden bereiten können, wäre von zweifelhaftem Werthe, falls sie die Samen auffrässen — besonders da die Pflanze einjährig ist und nur durch Samen fortgepflanzt werden kann.

Myrmecologen werden vielleicht gegen diese Erklärung bemerken, dass das Wahrnehmungsvermögen der Ameisen zu hoch entwickelt und deren Intelligenz zu gross sei um durch irgend eine Verkleidung getäuscht zu werden[1])! Es kann doch dagegen die Einwendung erhoben werden, dass es gewiss auch unter den Ameisen sowohl mehr als minder begabte Individuen geben dürfte. Übrigens muss man ja hier vorzugsweise Hinsicht nehmen auf den *Grad der Ähnlichkeit* der Verkleidung d. h. auf die Fähigkeit *der Pflanzen* ihren verschiedenen Theilen (besonders Blüthen und Früchten) die eigenthümliche Consistenz, Gestalt, Farbe und Geruch (z. B. *Reseda* und *Stapelia*) zu geben, welche sie den mannigfaltigen äusseren Factoren, wovon sie können abhängig werden, am besten anpassen. Und wenn man annehmen darf, dass der Inhalt des Chalazasackes denselben Geruch hat wie der Excrementsack der Kokongs — was noch erübrigt zu untersuchen — kann man sich ja gar nicht eine mehr vollendete Verkleidung denken. Bei der Annahme dass die Ameisen diese Samen hinuntertragen nur um eine honigabsondernde Pflanze zu cultiviren, bleibt die eigenthümliche Form und Ausbildung

1) Die oben angeführte, auch von ADLERZ gemachte, Beobachtung, dass Samen gleichzeitig mit Larven und Kokongs gerettet wurden, zeigt meines Ermessens dass Ameisen wirklich durch die Ähnlichkeit irre geführt werden können — sei es auch im Schrecken.

des Samens unerklärt. Ich habe keine passende Gelegenkeit gehabt zu untersuchen wie andere Melampyrumarten sich in dieser Hinsicht verhalten. Ebenso wenig habe ich beobachten könnnen wie *M. pratense* sich als Parasit verhält. Ob die Ameisen etwa auf das Keimen der Samen einwirken, weiss ich nicht. Dass dies nicht von denselben verhindert wird, habe ich oben erwähnt.

Es ist zwar möglich, dass die thierähnlichen Früchte von Calendula und Dimorphotheca in ihrer eigenthümlichen Gestalt ein Schutzmittel gegen samenfressende Thiere besitzen, wie dies nach *M. Moore's* Annahme der Fall ist mit verschiedenen anderen Früchten und Samen (siehe *Mimicry of seeds and fruits and the functions of seminal appendages.* TRIMENS Journal of Botany. New Ser. Vol. VIII. pag. 271—274 nach JUST); aber ich bin doch, wegen der eben erwähnten Gründe, der Ansicht, dass die Mimicry dieser Früchte in erster Reihe die Verbreitung derselben fördern soll, und dass sie nicht *nur* schützend ist. In noch höherem Grade sollte dies bei *Melampyrum* der Fall sein, wo die Samen wirklich von den Ameisen fortgetragen werden.

Die scandinavische Flora enthält keine grössere Zahl von myrmecophilen Pflanzen, wenn man auch alle diejenigen Pflanzen als solche betrachten sollte, welche extraflorale Nectarien haben (*nettarii estranuziali*, DELPINO). Es ist nicht meine Absicht mich hier ausführlicher auf dieses Capitel einzulassen[1]). Ich will nur betreffs ein paar hiehergehörender Pflanzen einige Beobachtungen mittheilen, die mir beachtenswerth scheinen, und auf einige Gesichtspunkte hinzeigen, die meines Wissens nicht vorher beachtet worden.

Populus tremula hat, gleichwie verschiedene andere *Populus*arten, an der Übergangsstelle des Blattstieles in die Speite oder auf der Basis der letzteren nectarabsondernde Drüsen (siehe Fig. 24, a, Taf. IV). Diese

1) Ich verweise nur auf die einschlägige Litteratur, besonders die Arbeiten von DELPINO, BELT, BECCARI, CH. und FR. DARWIN, HUTH, TREUB u. a. Indessen will ich zugleich die Wahrscheinlichkeit hervorheben, dass viele Bildungen, welche als extraflorale Nectarien (zuweilen ohne Absonderung von Nectar) aufgenommen werden, zu den Domatien gerechnet werden sollten. Wegen Mangels an passendem Untersuchungsmateriale kann ich doch gegenwärtig nicht auf diese Frage näher eingehen.

Drüsen finden sich indessen, wie Trelease [1]) richtig bemerkt, nicht auf allen Blättern, sondern nur auf den 2—3 ersten Frühlingsblättern des Zweiges. An gewissen Sprossen — besonders an Langtrieben — habe ich sie oft auch auf den 1—2 letzten Blättern beobachtet. Die Stiele der nectarführenden Blätter sind verhältnissmässig kurz und beinahe *gerundet* (Fig. 25, a Taf. IV zeigt einen Querschnitt dieses Blattstieles). Die anderen Laubblätter, welchen an der Basis Nectarien mangeln (Fig. 24, b Taf. IV) haben die Stiele viel (etwa doppelt) *länger* und oben *zugeplattet* (Querschnitt Fig. 25, b Taf. IV). Es ist denselben deswegen sehr schwierig ihr Gleichgewicht zu finden, und es sind eben *diese* Blätter die vorzugsweise in Bewegung gesetzt werden, sogar von dem leisesten Hauche des Windes. Ihre stetige Bewegung ist ja auch ein wohlbekanntes Factum, wovon der Name des Baumes in vielen Sprachen und Dialecten Zeugniss ablegt [2]).

Ich habe *Populus tremula* nirgendswo in Schweden gefunden ohne die Anwesenheit von Ameisen in der Nähe constatiren zu können. Es scheint mir auch ganz handgreiflich, dass diese Thierchen die Blätter gegen die vielen Insekten und Raupen schützen, welche sonst leicht diese dünnblättrigen Pflanzen würden sehr beschädigen können, jetzt aber nicht an denselben aushalten können, gleichwie Mäuse sich nicht da gefallen wo Katzen oft laufen. Bei Christineberg nahe an Hudiksvall grub man vor einigen Jahren den Boden in einem Theile einer Espenallee um, wodurch die da wohnenden Ameisen beunruhigt und vertrieben wurden. Ich konnte da wahrnehmen (1884), wie die Blätter an allen Bäumen in diesem Theile der Allee schon frühzeitig von Insekten gänzlich zerstört waren, während die Bäume in dem übrigen Theile der Allee beinahe unbeschädigt und von Ameisen bevölkert waren.

Die Ameisen halten sich fast ausschliesslich an die *nectarienführenden* Blätter. Daher betrachte ich diese als *entomophil* (myrmecophil) im Gegensatze zu den anderen, welche nach meiner Meinung *anemophil*

---

1) W. Trelease, The foliar nectar glands of Populus. The Botanical Gazette VI, 1881 pag. 284—290.

2) *Deutschland:* Zitterpappel, Zitterbaum, Zitterespe, Flitterespe, Flitterpappel, Flatterespe, Beberesch, Raschler, Rauschen (vielleicht bezieht sich auch der lateinische Name des Baumes pōpulus, wovon deutsch Pappel, auf das Zucken und Zittern der Blätter, siehe Vaniček, Etymol. Wörterbuch d. lat. Sprache). *England:* Trembling Poplar. *Frankreich:* Tremble. *Dänemark:* Bævre-Asp. *Nord-Schweden:* Darrlöf. *Italien:* Tremola, Tremolo, Tremol, Tremolin u. s. w. (siehe Schübeler, Norges Væxtrige Band I. Heft. 2 pag. 567).

sind. Es ist mir nämlich im höchsten Grade wahrscheinlich, dass, wie die ersteren von honigsuchenden Ameisen gegen schädliche Insekten geschützt werden, die letzteren mit Hilfe des Windes vor denselben Feinden bewahrt werden, indem sie wegen ihrer stetigen Beweglichkeit denselben keinen geeigneten Zufluchts- und Aufenthaltsort darbieten.

Zoophilie und *Anemophilie* mögen folglich nicht nur bei Blüthen und Früchten, sondern auch bei Blättern sich vorfinden; die Pflanze mag sowohl Thiere als Winde sowohl zur Bestäubung der Blüthen und Verbreitung der Früchte als zum Schutz gebrauchen.

Vicia sepium, sativa, angustifolia, hirta, lutea u. a. zur Abtheilung *Viciosæ* gehörende Arten dieser Gattung haben Nectarsecretion an der unteren Seite der Blattstipulæ. Es ist schon lange bekannt gewesen, dass diese Nectarien von Ameisen aufgesucht werden. Einige Verfasser behaupten, dass sie auch von Hummeln, Bienen und Wespen besucht werden; es ist mir aber nicht gelungen dies zu constatiren, und es scheint mir die Stellung der Nectarien darauf hinzudeuten, dass sie vorzugsweise von unten kommenden, hinaufkriechenden Thierchen exponirt sind, gleichwie die Blüthen fliegenden Insekten, welche von oben herankommen, exponirt sind. Denn es fallen, wenn man eine solche *Vicia* von unten her betrachtet, jene punktförmigen, intensiv dunkelviolett gefärbten Nectarien (siehe Fig. 22 Taf. IV) sogleich in die Augen, und das hinaufkriechende Insekt wird durch dieselben geleitet, wie der Schiffer durch den Lichtthurm am Eingange des Hafens. Dagegen können in gewöhnlichen Fällen jene Nectarien nicht von oben her entdeckt werden. Die Nectarien der obersten Stipulæ sind am intensivsten gefärbt, so dass die Ameisen vorzugsweise zur Spitze hinaufgelockt werden. Älter werden die Nectarien heller und sondern weniger Honig ab; an diesen bleiben daher die Ameisen seltener stehen.

Die von Delpino über die Bedeutung dieser Nectarien gegebene Erklärung, dass sie nämlich Ameisen heranlocken, welche sich als die Hauptfeinde der vornehmlichsten Pflanzenfeinde nützlich erweisen, ist zweifelsohne richtig. Ich habe viele Beobachtungen gemacht, die dies bestätigen. So sah ich z. B. auf Gotland bei Wisby, wie Ameisen sogleich auf *V. augustifolia* hinaufkrochen, wenn die Pflanze durch leises Schüt-

teln des Stammes beunruhigt wurde. Diese Ameisen zeigten deutlich grösseres Interesse für diese Pflanze als für andere in der Nähe wachsende Gräser und Pflanzen ohne Honigabsonderung. Ich habe auch einmal wahrgenommen, wie Ameisen auf *Vicia sepium* sich auf einem Blatte, das geschüttelt wurde, sich zur Gegenwehr setzten und die beschädigten Theile des Blattes sorgfältig untersuchten. Es ist indessen möglich, dass die Ameisen zugleich eine chemische oder mechanische Reizung auf die anwachsenden Theile ausüben, wodurch die Nahrungszufuhr auf dieselben localisirt wird.

Von anatomischem Gesichtspunkte aus sind diese Stipulæ mit ihren Nectarien sehr interessant, weil man bei deren verschiedenen Zellen eine gut durchgeführte Arbeitsvertheilung gewahren kann. Die keulenförmigen Haare (Fig. 23 a) sind ohne Zweifel honigabsondernd, die langen (Fig. 23 b) honigfesthaltend, die mit dunkelviolettem Zellsafte versehenen (d) exponirend u. s. w. Siehe im Übrigen die Erklärung der Figg.

Bei *Vicia Cracca* (und den übrigen zur Untergattung *Cracca* gehörenden Arten) fehlen die Stipularnectarien. Diese Pflanze ist indessen sehr oft mit *Blattläusen* versehen, die gleich den Ameisennectarien Ameisen herauflocken. Ich habe weder bei dieser Pflanze noch bei mehreren anderen irgend einen nachtheiligen Einfluss seitens dieser Blattläuse bemerken können, sofern sie nicht in allzu grosser Menge vorkämen, was die Ameisen jedoch scheinen reguliren zu können. Es ist mir somit nicht unwahrscheinlich, dass die Blattläuse bei gewissen Pflanzen als *wandernde Nectarien* dienen können: sie rücken allmählich den zuwachsenden jungen Theilen nach und locken dadurch Ameisen nach denselben hinauf, ganz wie die Ameisennectarien, welche bei *Vicia angustifolia, sativa* u. a. nahe bei der Spitze des Stammes die reichlichste Honigabsonderung haben und am augenfälligsten sind, in dem Maasse aber, wie sie durch den Zuwachs der Spitze von derselben entfernt werden, undeutlicher werden und endlich gar nicht fungiren. Es würde hier also ein Fall vorliegen von Symbiose zwischen drei verschiedenen Organismen und die Blattläuse würden solchenfalls — gleichwie die Acariden — nicht überall als schädliche Thiere auftreten, sondern auch ihrerseits zur Regelung des Gleichgewichts innerhalb der organischen Natur etwas beitragen können.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAF. I.

Fig. 1. Domatium (Haarschopf) in Nervenwinkel von **Tilia europæa.** (Vergr. 15.)

» 2. **Tilia europæa.** Durchschnitt eines Domatiums, winkelrecht gegen den Hauptnerv, nebst nächstliegenden Theilen des Blattes. *a*, Domatiumhaar; *b*, sogen Epithel (siehe den Text pag. 5); *c*, Epidermiszellen der Blattunterseite, hier im Domatium ohne Spaltöffnungen; *d*, unter dem Epithele liegende, langgestreckte Zellen mit verdickten Wänden; *e*, Schleimgänge; *f*, Epidermis auf der Unterseite des Mittelnerves; *g*, Epidermiszellen auf der Oberseite des Blattes; nächst diesen sind Pallisadenzellen und Aufnahmszellen; *h*, Bastbündel und innerhalb desselben Leptom und Leitparenchym; *i*, Hadrom.

» 3. Mundkegel von **Tydeus foliorum** (Schrank) Canestrini et Fanzago, von oben gesehen.

» 4. Mundkegel von **Gamasus vepallidus** Koch, von unten gesehen.

» 5. Mundkegel einer **Oribatid**nymphe, von unten gesehen.

» 6. Mandibeln einer **Oribatid**nymphe.

Es sind die einzelnen Mundtheile aller Figuren 3—6 folgendermassen bezeichnet:

md = Mandibeln
mx = Maxillen
mp = Maxillarpalpen
lb = Unterlippe
l = Zunge.

(Erklärung der Figuren 3—6 nach Carl Aurivillius: Beobachtungen über Acariden auf den Blättern verschiedener Bäume.)

TAF. II.

(Vergr. ungef. 5)

Fig. 1. Domatien (Grübchen) in den Nervenwinkeln an der Blattunterseite von **Coprosma Baueriana.** ENDL.

» 2. Domatien (zurückgebogene Blattzähne) an der Blattunterseite von **Ilex** spec. Herb. Bras. N:o 2,896, MOSÉN.

» 3. Domatien (zurückgebogene Rhachiszähne) auf Rhachis unterhalb der Blättchen von **Schinus** spec. Herb. Bras. N:o 3,610. MOSÉN.

» 4. Domatien (Täschchen) in den Nervenwinkeln an der Blattunterseite von **Elæocarpus dentatus** Vahl.

» 5. Domatien (haarige Nervenwinkel) an der Blattunterseite von **Strychnos Gardneri** A. Dec.

» 6. Domatien (Grübchen mit langer, gewimperter Mündung) unter den Nervenwinkeln an der Blattunterseite von **Rudgea lanceolata.**

» 7. Domatien (Beutel) am Stamme, alternirend mit den beiden Blattinsertionen, von **Eugenia australis** Wendl. *a*, Stamm; *b*, hinterer Blattstiel; *c*, ganzes Domatium; *d*, Domatium in Durchschnitt.

» 8. Domatien (weite Grübchen mit gewimperter Mündung) an der Blattunterseite von **Coprosma Billiardieri.**

» 9. Durchschnitt durch den Mittelnerv von **Psychotria haucorniæfolia**, die beiden Rinnen (Domatien?) zeigend, welche an der Blattunterseite (obs. in der Figur nach oben gekehrt) von den haartragenden Rändern des Mittelnerves gebildet werden.

» 10. Domatien (Täschchen mit gewimperter Mündung) in den Nervenwinkeln der Blattunterseite von **Psychotria** spec. Herb. Regnell. Ser. III N:o 121.

» 11. Domatien (Zurückbiegungen der Blattspreite) an der Blattbasis von **Quercus Robur** L.

» 12. Domatien (schalenförmige Nebenblättchen) von **Ceanothus Africanus** L. *a* Stamm, *b* Blattstiel, *c* Nebenblättchen.

» 13. Domatien (Grübchen) an der Blattbasis von **Rhamnus glandulosus** Ait. von oben gesehen.

TAF. III.

Fig. 1. Domatium (Grübchen mit Haarbildungen am Rande) in Nervenwinkel auf der Blattunterseite von **Psychotria daphnoides** Cunning. (Vergr. 15; die Figur etwas schematisirt); *a* Mittelnerv, *b* Seitennerv.

» 2. Querschnitt durch ein Domatium der **Psychotria daphnoides**, winkelrecht gegen den Mittelnerv; *a*, Mündung des Domatiums; *b*, die Haarbildungen am Rande; *c*, die Epidermiszellen der Innenseite nächst der Mündung (auf dem Mündungswalle); *d*, Epithelzellen, oft zu einer zusammenhangenden, gelatinösen Masse zusammenfallend; *e*, die schräg durchschnittene Domatiumwand, welche an den Seitennerv *f* anstosst, der, weil er einen spitzigen Winkel mit dem Hauptnerve bildet, auch schräg durchschnitten wird.

» 3. Querschnitt durch das Dach (den laminären Theil) eines unbewohnten, veränderten Domatiums von **Psychotria daphnoides** (siehe den Text, s. 15—16).

» 4. Querschnitt durch das Dach eines Domatiums von **Rhamnus Alaternus** L.; *a*, der gegen die Spitze des Nervenwinkels gekehrte Theil, wo die Epidermis dreischichtig ist; *b*, der gegen die Blattspreite gekehrte einschichtige Theil; *c*, die subepidermale 1—2-schichtige Zell-lage.

» 5. Querschnitt durch ein Domatium (Grübchen mit Haarbildungen am Grunde) von **Anacardium occidentale** L.

» 6. Querschnitt durch die zweischichtige Epidermis der Innenseite eines Domatiums von **Laurus Benzoin** L.

TAF. IV.

Fig. 1. Blüthe von **Melampyrum pratense**, von der Seite gesehen.

» 2. » » **Melampyrum sylvaticum**, » » »

» 3. Unreife Frucht von **M. pratense**, von oben gesehen.

» 4. » » » **M. sylvaticum**, » »

» 5. Nectarienführende Blätter von **M. pratense**. In den Blattwinkeln sitzen die zugeplatteten Früchte mit oben divergirenden Rändern.

» 6. Früchte von **M. sylvaticum**, deren Ränder oben convergiren.

» 7. Offene Frucht von **M. pratense** mit einem Samen. Die Frucht hat sich in der oberen Sutur geöffnet; die Kelchblätter auswärts gerichtet; *a* Same.

» 8. Frucht von **M. sylvaticum**; öffnet sich an der Spitze; die Kelchblätter sind an die Fruchtwand gedrückt.

» 9—14. **Calendula.**

» 9. Anemophile Frucht von Calendula, *a* von dem Inneren des Blüthenstandes aus gesehen, *b* von aussen gesehen.

» 10. Hakenfrucht, von der Seite gesehen.

Fig. 11. Flügel- und Hakenfrucht (Zwischenform zwischen den vorhergehenden) von der Aussenseite des Blüthenstandes aus gesehen.

» 12. Larvenähnliche Frucht; *a* natürliche Grösse, *b* 2-mal vergrössert.

» 13. Fruchtstand die gegenseitige Stellung der Früchte zeigend.

» 14. Querschnitte von Früchten; *a* anemophile Frucht, *b* larvenähnliche Frucht. Der dunkel schattierte Ring bezeichnet die innere verhärtete Fruchtwand.

» 15—21. **Dimorphotheca.**

» 15. Fruchtstand die gegenseitige Stellung der Früchte zeigend.

» 16. Anemophile Frucht.

» 17. Larvenähnliche Früchte, *a* von oben gesehen, *b* von der Seite gesehen.

» 18. Querschnitt einer anemophilen Frucht (Vergr. 15); *a* Fruchtraum, *b* der aufgeschwollene Rand mit luftführenden Zellen.

» 19. Querschnitt einer larvenähnlichen Frucht; der innere schattierte Ring bezeichnet die innere verhärtete Fruchtwand.

» 20. Querschnitt durch die Wand der anemophilen Frucht, den anatomischen Bau zeigend.

» 21. Querschnitt durch die Wand der larvenähnlichen Frucht; *a* Steinzellen.

» 22—23. **Vicia hirsutissima** Cyrill. Fig. 22. Stipulæ von unten gesehen; *a* Stipulæ mit dunkelfarbigen Nectarien, *b* Rhachis, *c* Blättchen, *d* Querschnitt des Stammes.

» 23. Querschnitt durch eine Stipula mit Nectarium; *a* nectarabsondernde Haare, *b* nectarfesthaltende Haare, *c* Epidermiszellen der Unterseite, *d* anthocyanführende Zellen, *e* kleine Leitbündel, *f* Aufnahmszellen, *g* Pallisadenzellen, *h* Epidermis mit Spaltöffnungen.

» 24. **Populus tremula**; *a* Basis eines entomophilen Blattes mit Nectarien, *b* Basis eines anemophilen Blattes.

» 25. Querschnitt durch den Stiel *a* eines entomophilen, *b* eines anemophilen Blattes, nächst unterhalb der Blattspreite.



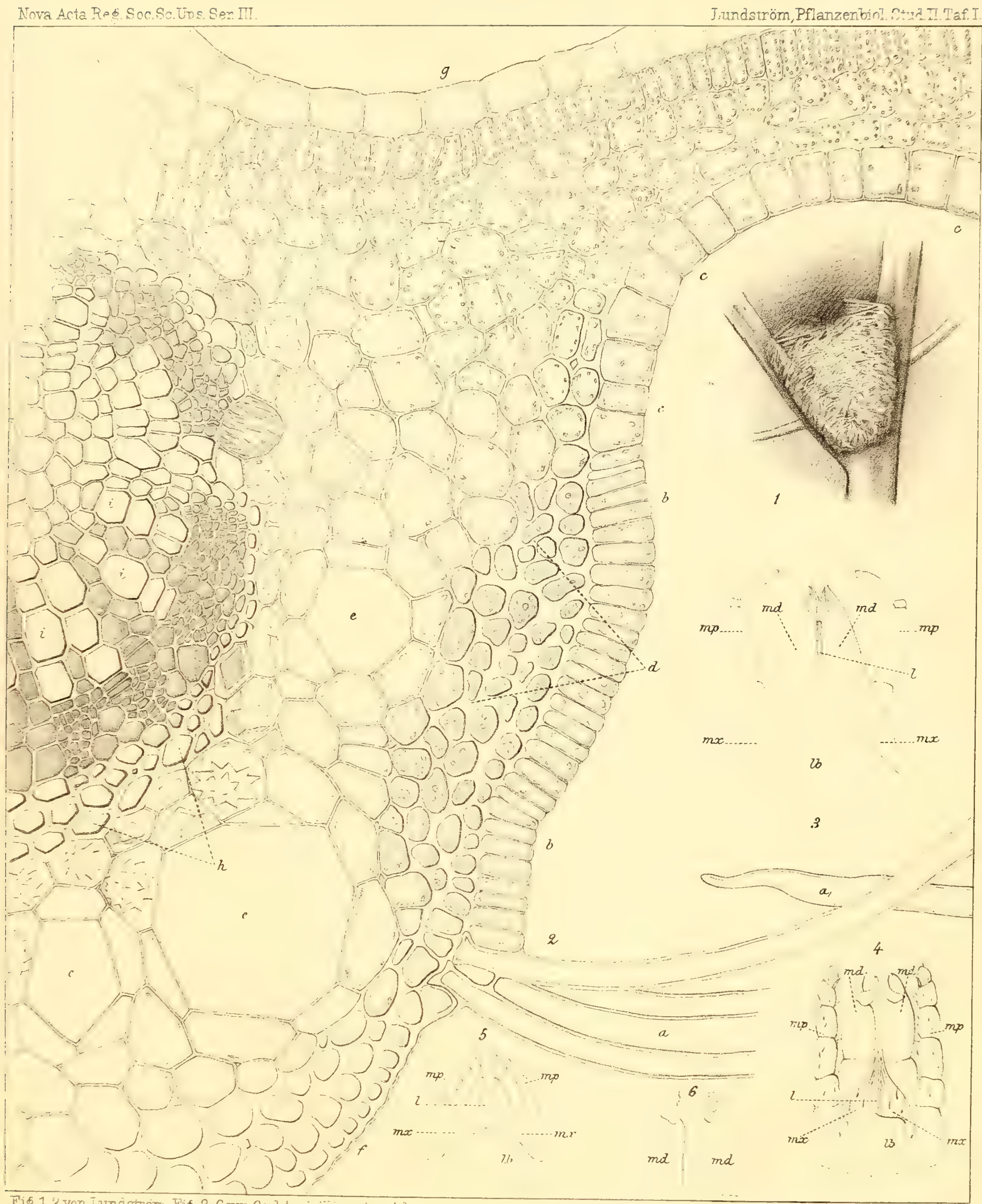
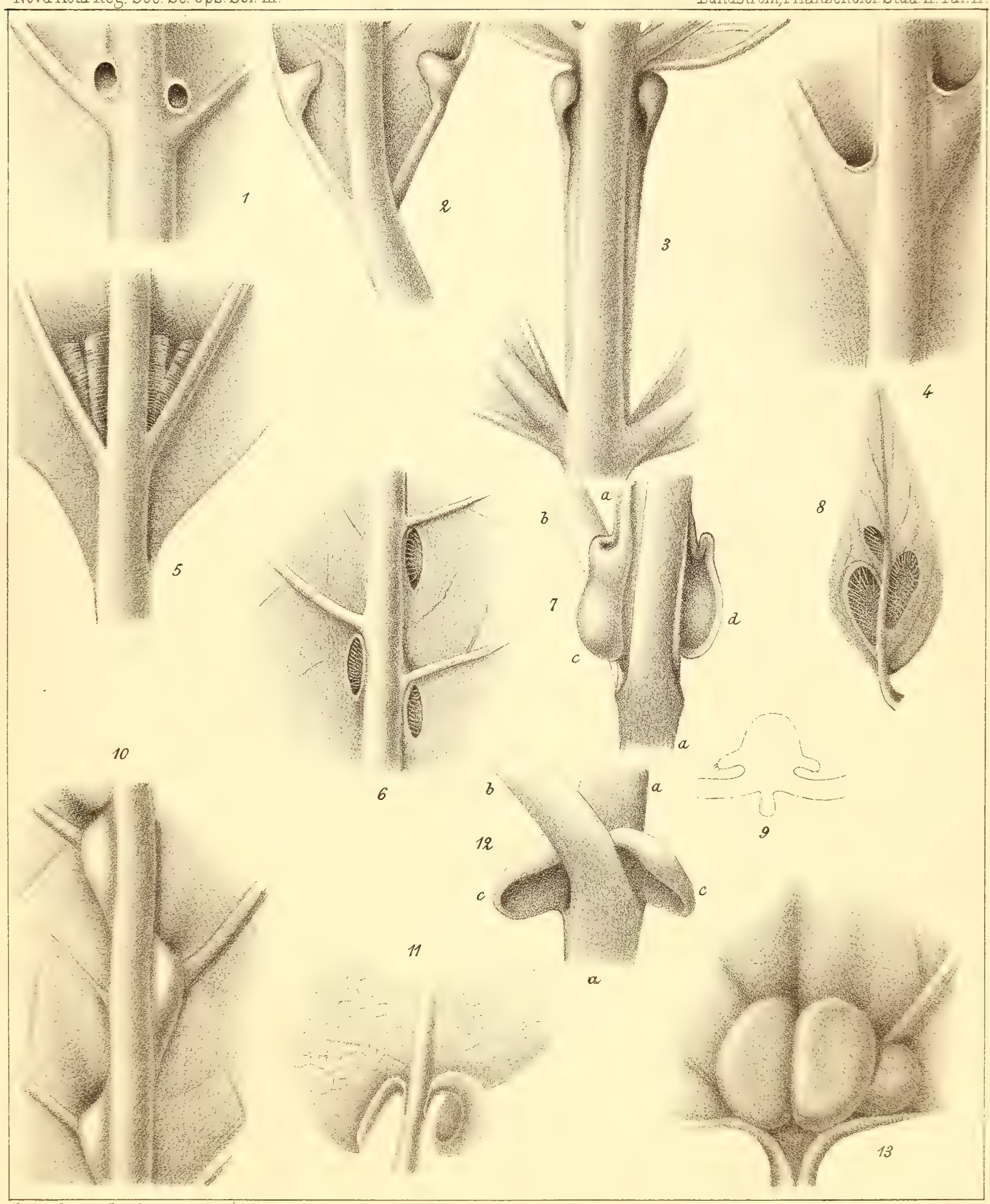


Fig. 1. 2 von Lundström, Fig. 3–6 von Carl Aurivillius gezeichn.

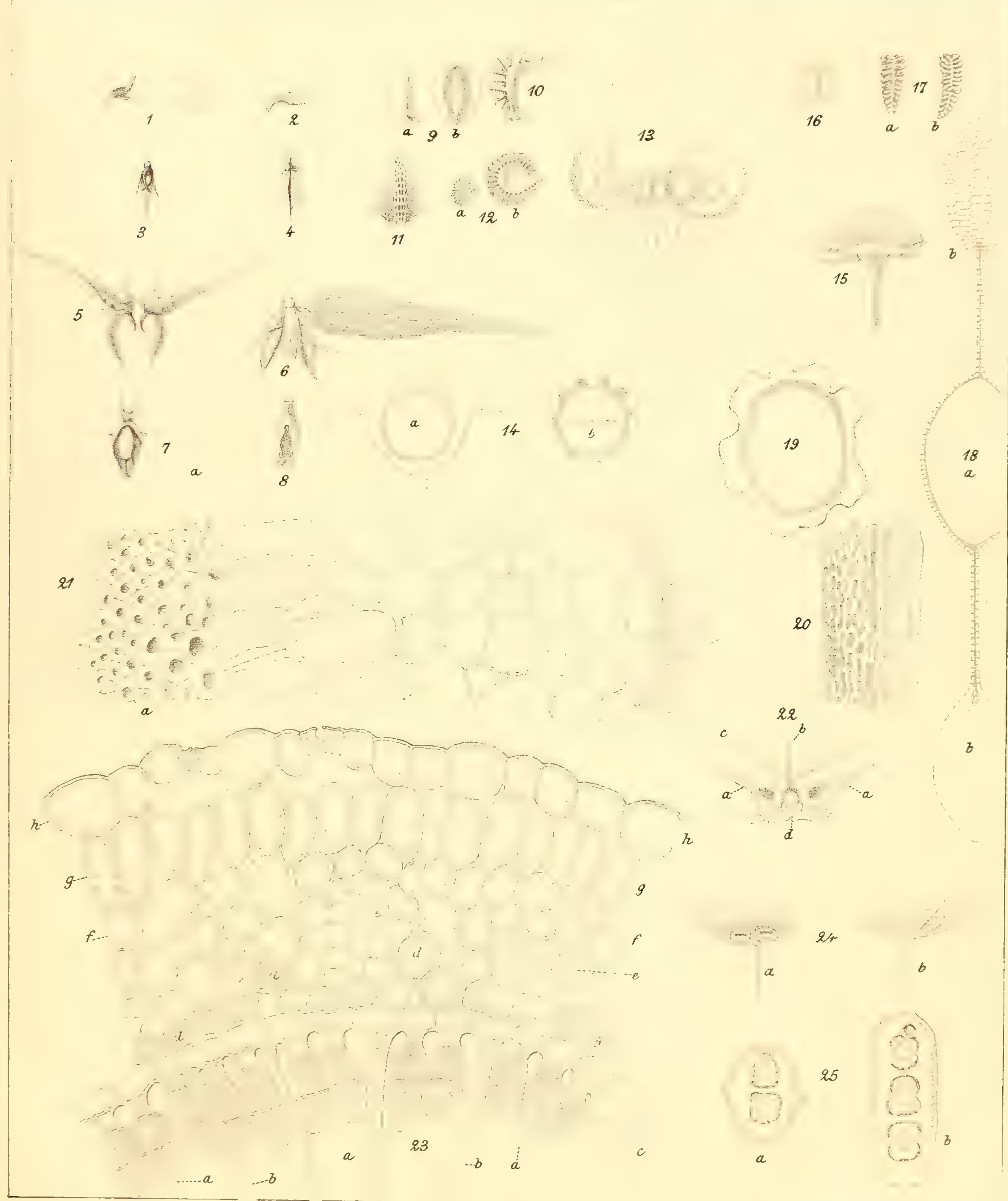
Central-Tryckeriet, Stockholm.



Gezeichn. von Lundström & Hermansson. Central-Tryckeriet, Stockholm

Gezeichn. von Lundström.

Central-Tryckeriet, Stockholm.



Gezeichn. von Lundström.   Central-Tryckeriet, Stockholm.



